Vol. XVIII (XXXV degli Atti) 15 Dicembre 1931 - Anno X N. 35

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

Redazione ed Amministrazione: Via S. Paolo, 10 - Milano (103) - Telefoni N. 13-713 - 82-086

COMITATO DIRETTIVO: A. BARBAGELATA, Direttore della Rivista - U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

REDAZIONE: R. SAN NICOLO', Redattore Capo - F. NERI - G. SILVA, Redattori - M. BOELLA - P. LOMBARDI, Collaboratori ordinari

È gradita la collaborazione dei lettori - Gli articoli di interesse generale accettati dalla redazione sono compensati
Gli scritti dei singoli Autori non impegnano la Redazione e quelli della Redazione non impegnano l'A. E. I.
I Manoscritti non si restituiscono

Commemorazione di Edison.

La morte del grande inventore ha causato anche in Italia non meno che all'estero profondo cordoglio e vasto rimpianto. La Sua figura è stata rievocata da commosse commemorazioni in molte città del nostro Paese con degne manifestazioni che hanno trovato larga ripercussione non solo fra i tecnici, ma anche fra il grande pubblico.

A milano la memoria del grande Scomparso è stata celebrata l'11 dicembre con una solenne cerimonia promossa dalla Soc. Edison e alla quale hanno aderito l'A.E.I., la U.N.F.I.E.L., l'Associazione per l'Alta Cultura ed altri enti. Nell'ampia sala del Conservatorio si affollava un pubblico numeroso e scelto composto specialmente dai rappresentanti della tecnica e della industria elettrica. La manifestazione ebbe un carattere complesso e geniale che la rese particolarmente notevole.

Dopo che l'On. Ing. G. Motta ebbe con opportune parole illustrato il significato che la cerimonia assumeva di doveroso omaggio alla memoria di un grande tecnico e benefattore della umanità, il Prof. Lori pronunciò il discorso commemorativo che pubblichiamo integralmente in altra parte di questo giornale. La esecuzione dell'Inno al Sole, diretta dal Maestro Mascagni ed eseguita dall'orchestra della Scala chiuse come in una apoteosi di gloria la manifestazione.

A rendere più tangibile ed efficace la rievocazione dell'opera di Edison, nell'atrio della sala erano stati collocati esemplari delle prime dinamo installate per l'impianto dell'illuminazione di Milano, alcune delle quali erano mantenute in funzione e alimentavano lampadine elettriche a filamento di carbone dando una idea dei primi impianti di illuminazione elettrica di tal genere eseguiti secondo le direttive di Edison.

Sincroni ed asincroni.

Con la puntata che oggi pubblichiamo, l'Ing. Santuari chiude la sua memoria sulle macchine sincrone ed asincrone.

Le considerazioni svolte in questa parte interesseranno sopratutto i tecnici di esercizio, la particolare attenzione dei quali richiamiamo sull'acuto esame riassuntivo e comparativo che l'Autore fa nell'ultimo capitolo del suo lavoro.

Interruttori in olio.

Nel campo della tecnica dei trasporti di energia a corrente alternata, pochi elementi sono ancora tanto meritevoli di interesse quanto quelli relativi al fenomeno dell'interruzione. Le opinioni più vaghe e più discordanti hanno ancora libero corso, complicando e rendendo sovente infruttuosa ogni discussione al riguardo. Un accordo su di una comune interpretazione del fenomeno sembra ancora assai lontano, tanta è la disparità di vedute sul complesso problema. Quanto ciò possa nuocere al progresso degli interruttori ed alla loro normalizzazione è facile intuire. Come dettare infatti norme di prova o di collaudo, come precisare coefficienti di sicurezza, se le stesse definizioni più essenziali (lavoro di interruzione, capacità di rottura) sono ancora allo studio? Si pensi ad esempio alle lunghe discussioni circa l'opportunità di valutare la capacità di rottura in base ai famosi kVA ed alle recenti deliberazioni in proposito della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Ogni contributo alla interpretazione del problema ci sembra dunque prezioso. In questo fascicolo il collega Magrini prende particolarmente in esame i fenomeni di pressione negli interruttori, criticando alcuni concetti comparsi sulla stampa americana e mettendoli a confronto colla interpretazione che il Magrini stesso ha dato del fenomeno. Il lettore mediterà su quanto è qui riportato dallo Slepian, vero « fuori classe » nel campo di questi studi. Ci sembra molto chiaramente espressa la essenza del fenomeno, l'ineluttabilità dell'arco e il suo carattere, in certo senso, addirittura provvidenziale! Così pure il lettore sarà certo colpito nell'apprendere che il calcolo degli interruttori è, ancora oggi, privo di rigore. Ecco già un notevole risultato acquisito, giacchè nulla ha forse nuociuto tanto ai buoni rapporti fra costruttori ed installatori quanto la illusione che gli interruttori si calcolassero con procedimenti degni di fiducia; oggi il solo metodo sperimentale sembra offrire sufficienti garanzie.

Premio Augusto Righi.

Ricordiamo che col 31 marzo 1932 scadrà il biennio valido per il conferimento del premio Augusto Righi. Com'è noto, esso venne istituito per onorare la memoria del grande Fisico italiano ed allo scopo di dare impulso alle ricerche di elettrologia in generale. Il premio consiste in una medaglia d'oro da attribuirsi all'autore italiano del miglior lavoro sperimentale di elettrologia pubblicato in Italia entro il biennio.

Il Regolamento in proposito, che fu approvato nell'Assemblea Generale del 18 settembre 1930 a Trieste, è stato pubblicato sul nostro giornale nel numero del 15 dicembre 1930 a pagina 831. Gli Autori che intendessero concorrere al premio dovranno darne notizia alla Presidenza Generale dell'A.E.I. prima della scadenza sopra indicata del biennio, inviando quattro copie dei loro lavori.

Sunti e Sommari - Indice bibliografico.

Nel prossimo mese di gennaio verrà inviato ai Soci che si sono prenotati il primo estratto dei Sunti e Sommari pubblicati nell'ultimo trimestre del corrente anno. Come è noto questi estratti periodici saranno stampati su una sola facciata dei fogli allo scopo di facilitare la formazione di schedari per materie. Essi vengono inviati dietro il versamento di una quota annua di prenotazione di L. 15. Le sottoscrizioni si annunciano già numerose. Raccomandiamo vivamente ai Soci che si interessano della cosa di voler dare con sollecitudine la loro adesione; otterranno così il vantaggio di ricevere gratuitamente l'estratto dell'ultimo trimestre 1931 e renderanno un servizio alla Redazione dando modo di conoscere in tempo utile la tiratura necessaria.

Rammentiamo anche a tutti i Soci che per ricevere gratuitamente i fascicoli semestrali dell'« Indice Bibliografico » è indispensabile farne esplicita richiesta una volta tanto all'Ufficio Centrale dell'A.E.I. Questo avvertimento vale anche per coloro che già ricevevano abitualmente l'Indice per averne fatto richiesta altra volta in passato; essi sono pregati di riconfermare la loro adesione senza di che si intenderà che la pubblicazione ha cessato di avere per essi interesse e perciò l'invio dei prossimi fascicoli verrà sospeso.

Rendiconti della XXXVI Riunione.

Ricordiamo che al 31 dicembre scade il termine ultimo e improrogabile per le prenotazioni a prezzo ridotto del volume dei Rendiconti. Tutti i Soci dovrebbero approfittare delle grandi facilitazioni concesse.

LA REDAZIONE.

Acquistate il volume dei Rendiconti del Congresso.

TOMMASO ALVA EDISON

F. LORI

Discorso commemorativo tenuto la sera del 18 novembre 1931 al Regio Conservatorio di Milano.

L'uomo, che fin dalla sua comparsa sulla terra assisteva con spavento al fragore e alle devastazioni del fulmine, e conosceva soltanto la qualità di qualche fenomeno elettrico, come l'attrazione e repulsione fra piccoli e leggeri pezzetti di materia isolante, o la virtù dell'ago calamitato di volgere il suo asse parallelamente al meridiano magnetico, dovette attendere l'alba del secolo decimonono per possedere il primo mezzo atto a generare una corrente elettrica di qualche entità. Il pensiero e l'arte greca avevano da oltre due millenni toccato le cime più alte, su cui non hanno cessato di irradiare luce fra le altre le opere di Platone, di Euclide e degli artefici del Partenone: la bocca mortale di Dante era chiusa da secoli; Galileo e Newton avevano ormai svelato e misurato lunghe vie dei cieli prima che l'umile rana, tratta fuori per caso dalla cucina, dove serviva soltanto a procurare gustose pietanze, svelasse a Luigi Galvani la sua sensibilità elettrica, ed Alessandro Volta, comprendendone la cagione segreta per quanto può essere concesso agli umani, con la composizione della sua pila stupisse il mondo e Napoleone.

E doveva passare ancora oltre mezzo secolo perchè fossero conosciute e misurate le proprietà della corrente elettrica: l'azione elettromagnetica si rivelò all'Oersted nel 1820, vent'anni dopo la composizione della pila: della scoperta dell'induzione elettromagnetica per opera di Michele Faraday è stato celebrato il centenario il mese scorso: intorno al 1860 un giovanetto italiano, Antonio Pacinotti, prima di abbracciare il fucile in pro della Patria, costruiva il primo modello di quella macchina dinamo-elettrica, da cui ancor oggi, senza che nulla sia variato degli organi essenziali, si trae corrente per moltissime applicazioni, e che adoperò anche il Nostro per la maggior parte delle sue.

Quando Edison era giovanetto, la corrente elettrica usciva dai pochi luoghi della sua generazione soltanto per percorrere linee telegrafiche, e dello stesso telegrafo facevano uso corrente soltanto le Compagnie ferroviarie. Oggi la corrente elettrica entra in ogni casa, e la percorre tutta: attraversa le vie delle Città, e le campagne: all'uomo civile è necessaria come il pane: le sue applicazioni stupiscono anche i selvaggi.

Tommaso Alva Edison è il primo, che, essendosi proposto il problema della distribuzione della corrente a tutti e per tutti gli usi, ha preparato, coordinato, inventati gli apparecchi, le macchine, gli impianti necessari per risolvere il problema praticamente: ne ha iniziato la realizzazione, e per ciò che si riferisce alla luce gli ha dato un immenso sviluppo.

Questa è la sua gloria: questa è la cagione, semplice, ma non modesta, dell'universale riconoscimento della sua gloria.

Nella storia dell'elettrofisica, cioè dei cosidetti «principi scientifici dell'elettricità e del magnetismo» e delle teorie istituite per coordinarli e concatenarli mediante i criteri logici della ragione umana, il nome di Edison fa soltanto qualche apparizione: perciò chi attribuisce alla parola «scienziato» un significato ristretto può non annoverare l'Edison fra gli scienziati: ma la storia delle applicazioni dell'elettricità per tutto il periodo di oltre quattro lustri, che vide fin dagli albori e seguì fino a maturo sviluppo la luce elettrica, il telefono, la trazione elettrica, non si può redigere senza scrivere il nome di Edison, quasi ad ogni pagina, e sovente a caratteri d'oro.

Egli da giovanissimo aveva molto studiato le opere di Michele Faraday, il gigante dell'arte sperimentale; e perciò io credo che come sperimentatore possa essere considerato come un suo allievo, e certamente un grande allievo. Il Farady ha raggiunto un'altissima vetta di un'altra catena, perchè il tempo che non dedicava agli esperimenti spendeva tutto nello studio di problemi di filosofia naturale. La verità fisica gli serviva per salire a conquiste sempre più elevate nelle vie dell'umano pensiero. L'Edison invece il tempo che non dedicava agli esperimenti spendeva in attività di realizzazioni, cioè di costruzioni e di commercio. La verità fisica gli serviva per realizzare impianti industriali, che ponessero a servizio di tutti, ed anche dei suoi finanzieri, i benefizi, che possono derivare dalle scoperte scientifiche: una mèta questa, che rispetto a quella del Faraday può essere giudicata meno alta da coloro che amano vivere in solitudine; ma ha un immenso valore sociale, e perchè benefica un gran numero di persone trova anche assai maggior consenso di riconoscenza e di gloria.

Perciò il suo nome è ben degno di commemorazione e di celebrazione solenne.

La luce elettrica col sistema Edison ebbe culla a New York, perchè l'inventore ebbe i suoi laboratori vicino a quella metropoli: ma varcò l'Oceano pochi mesi dopo che a New York fu iniziato il funzionamento pratico con distribuzione esterna all'officina generatrice, e la prima Città del vecchio mondo, in cui fu costruito e funzionò regolarmente con crescente sviluppo un impianto Edison di notevole estensione è Milano.

Perciò una commemorazione di Edison a Milano ha una particolare significazione di onore all'Uomo, ed a coloro, che avendo immediatamente compreso l'importanza pratica delle invenzioni Edisoniane non tardarono a farne godere i benefizi alla loro Città. Animatore in Milano del primo gruppo, da cui ebbe inizio la Società Edison attuale, fu Giuseppe Colombo, un uomo di cui la maggior virtù consistè nell'associare le qualità dell'ingegnere, che significa uomo d'azione, a quella del professore, che vuol dire uomo di studi, e talvolta di studi dinanzi a un tavolo e dentro una biblioteca. Sulle labbra di un professore del Politecnico di Milano, che parli a Milano, in quest'occasione, il nome di Giuseppe Colombo sale spontaneamente; ed il ricordo non può dispiacere agli ascoltatori.

*

Una relazione sull'opera di Tommaso Edison, che non dovesse essere contenuta nei limiti di tempo impostimi questa sera, potrebbe essere divisa in tre parti, la prima da essere dedicata alla sua preparazione come inventore, costruttore ed industriale: la seconda agli impianti di generazione, distribuzione, utilizzazione della corrente, che egli concepì, disegnò e promosse, specialmente nel campo dell'illuminazione elettrica: la terza a tutto il resto della sua multiforme attività d'inventore, cui egli ha potuto dedicarsi durante la sua lunga vita (1847-1931), che è durata 84 anni; un'età rara, benchè non rarissima, ma che ha abbracciato in lui un numero di ore di lavoro assai più alto di quello che possono in media contare uomini di uguale longevità. Se si considera che la sua salute fu sempre ottima: che egli ebbe minimo bisogno di sonno (talvolta gli bastava dormire per qualche mezz'ora ogni tanto senza distinzione di giorno e di notte): si raggiunge per le sue ore di lavoro produttivo una cifra, che lo innalza sopra uno dei più alti vertici concessi ai mortali.

Il periodo della preparazione si chiude al ventitreesimo anno. Di questo una frazione minima occupò nella scuola: tre mesi, che bastarono al maestro per dichiararlo insufficiente. Ma la madre, maestra essa stessa, non era dello stesso parere, ed amorevolmente, ed efficacemente gli insegnò le prime nozioni, e lo guidò nelle prime letture, che furono la Storia dell'Inghilterra dello Hume, e la Decadenza e la caduta dell'Impero Romano del Gibbon. Il padre volentieri gli donava di tanto in tanto qualche piccola somma per acquistare libri: una delle sue prime scelte cadde sui Principii di Newton, che imprese a leggere in compagnia della madre; ma non fu pane per i loro denti. Il Nostro non aveva attitudini per le matematiche.

Questo ricordo merita un commento, perchè sulle matematiche, e specialmente sulle loro applicazioni, vari sono i pareri degli uomini.

La matematica (parlo dell'alta matematica, non delle matematiche elementari necessarie in molte delle più modeste attività della vita comune) si distingue in due grandi rami, quello puro e quello applicato. La matematica pura ha valore di per sè: come misura di questo valore e della sua nobiltà potrebbe essere assunto il gaudio grandissimo che accorda ai suoi cultori. Il valore della matematica applicata evidentemente deve essere misurato dal volume delle applicazioni. Anche questo è grandissimo, ma non abbraccia tutti i rami delle scienze, nemmeno tutti quelli della fisica e dell'ingegneria. Molti di questi possono essere coltivati con buoni frutti senza il sussidio della matematica. Quelli coltivati dall'Edison, cioè le applicazioni delle correnti generate da forze elettromotrici costanti (le correnti continue) e delle tenui correnti telegrafiche su linee non molto lunghe, non hanno bisogno dell'alta matematica. Questa è un aiuto possente per le questioni delle correnti variabili, specialmente dei fenomeni transitori e delle elevate frequenze: un campo, cui l'Edison non si è dedicato, quantunque costituisca ormai da vari decenni uno dei rami più importanti dell'elettrotecnica. Azzardando un'affermazione non dimostrabile si potrebbe dire che Egli se avesse conosciuto la matematica si sarebbe avvicinato anche a questo campo. Ed enunciando un giudizio su cui non vi è ancora concordanza, si potrebbe aggiungere che un grande errore didattico è quello di voler insegnar la matematica anche a coloro, che nè hanno attitudini per impararla, nè mai cercheranno occasioni per farne applicazione.

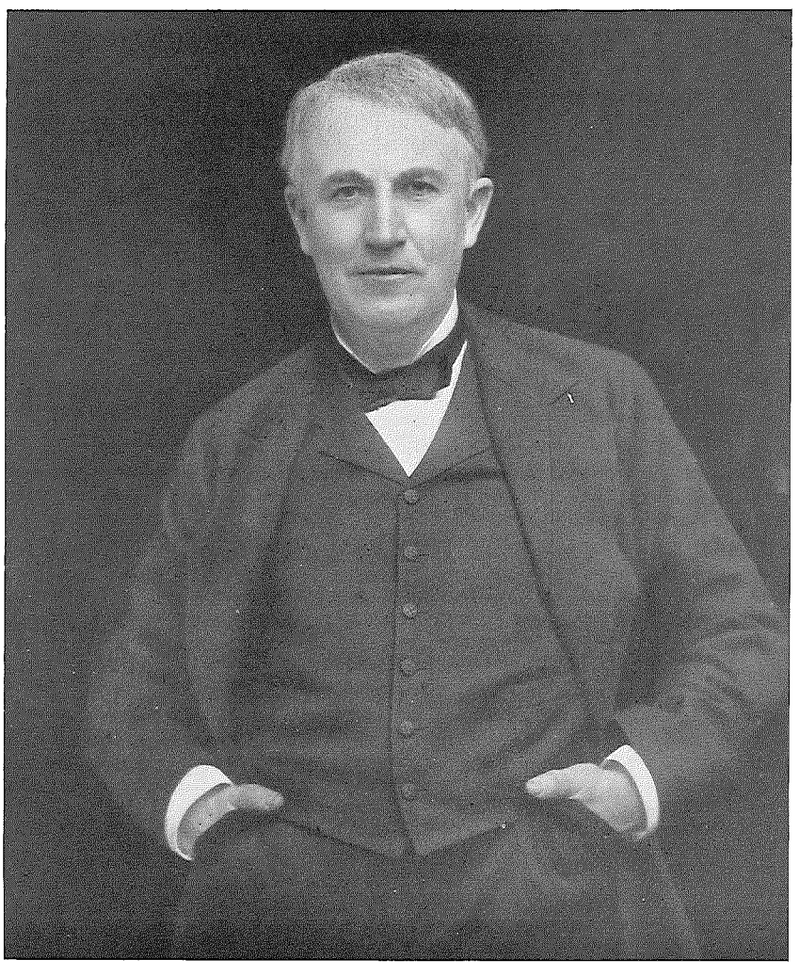
Edison nacque con due inclinazioni spiccate, che non van sempre congiunte, quella degli esperimenti di fisica e di chimica, e quella del commercio. Poco più che dodicenne già vendeva giornali in treno: aveva due laboratori, uno nella cantina della sua abitazione, ed uno in una parte del bagagliaio del treno. Per un certo tempo redasse, compose, stampò, vendette un giornale in treno e nelle stazioni: e in treno vendette anche pipe, tabacco e zucchero, e contemporaneamente impiantò con un socio un negozio di erbaggi in Città. Fu anche im-

piegato di varie Compagnie telegrafiche. Per qualche tempo guadagnò modestamente, ma quanto poteva bastargli, finchè, un giorno, avendo già inventato uno stock-ticker, e, sentendo per le invenzioni l'attrazione maggiore, decise di recarsi a New York, e vi giunse senza il danaro sufficiente per qualche pasto.

Qualche anno dopo il Signor Lefferts, Presidente della Società Western Union acquistò da lui alcuni brevetti per la somma di 40.000 dollari.

Il giovanetto, arrivato senza un soldo e senza occupazione, in brevissimo tempo si era conquistato grande fama come inventore, molto credito negli affari, assoluta indipendenza economica.

Le invenzioni principali di questo periodo sono una macchina per contare i voti, lo stock-ticker, l'universal printer, il sistema diplex di telegrafia, poi combinato col duplex per formare il quadruplex, l'elettromotore, da cui in seguito egli trasse l'alto parlante.



Questi ultimi due apparecchi meritano particolare ricordo perchè in verità rappresentano una di quelle così geniali associazioni di spirito d'osservazione di fenomeni fisici e di abilità meccanica, che non possono essere considerate senza commozione. Il profano non prevederebbe mai che combinazioni di organi così delicate, come quelle che costituiscono l'elettromotografo o l'alto parlante Edisoniani, possono essere realizzate in modo da funzionare regolarmente, perchè non sempre considera che l'uomo occupa un elemento di volume infinitesimo del cronotopo, che la Natura coordina con perfetta armonia le leggi del cosmo ultramicroscopico degli atomi e dell'ultratelescopico tessuto delle Galassie.

Il fenomeno, su cui sono fondati l'elettromotografo e l'alto parlante, è la variazione di attrito fra la superficie di un corpo conduttore e quella di un cattivo conduttore imbevuto di una soluzione elettrolitica in funzione dell'intensità di corrente che attraversi questa soluzione. Nell'elettromotografo si approfitta di questa variazione di attrito per ottenere piccole variazioni nell'equilibrio elastico di una molla in corrispondenza dei segnali provocati manovrando un tasto Morse; nell'alto parlante si ottengono oscillazioni di una membrana di tipo telefonico in corrispondenza delle variazioni di corrente ricavabili per mezzo di un microfono dinanzi cui si parli.

Intanto nella mente di Edison aveva preso forma l'enunciato grande problema, cui doveva dedicare per decenni le forze sue e quelle di tanti collaboratori, e cui è legata la sua maggior fortuna tecnica ed economica; il problema della suddivisione dell'energia elettrica.

Per conoscere in termini precisi l'enunciazione di questo problema, e considerare le tappe del suo cammino possiamo interrogare lui stesso, perchè egli ne ha lasciato traccia nei suoi scritti. Eccone la pagina che ci interessa.

« Un completo sistema di distribuzione dell'elettricità deve essere sviluppato, e poichè io debbo competere col gas esso deve essere commercialmente efficiente ed economico, e la rete dei conduttori deve essere capace di alimentazioni da vari punti. Una rete di distribuzione commercialmente « sound » deve poter essere distesa sotto e sopra terra e deve essere dovunque.

« Io debbo imaginare un sistema per misurare l'elettricità, come si misura il gas, in modo che io possa misurare la quantità di elettricità usata da ciascun consumatore. Questi misuratori... debbono essere economici da costruire, di facile lettura e manutenzione.

« Mezzi e metodi debbono essere escogitati per mantenere un uguale voltaggio in ogni punto del sistema. Le lampade vicine alle dinamo debbono ricevere la medesima corrente delle lampade più lontane. Il bruciamento e la rottura di lampade non deve influire su quelle che rimangono efficienti nel circuito, e mezzi debbono essere impiegati per impedire violente fluttuazioni di corrente.

« Uno dei maggiori problemi era di costruire dinamo più efficienti e più grandi di quanto fosse stato fatto. Molti avevano stabilito che la resistenza interna dell'armatura dovesse essere uguale alla resistenza esterna; ma io mi misi in mente che avevo bisogno di vendere tutta la elettricità che producevo e non dovevo perderne nelle macchine; e perciò feci la resistenza interna piccola, ed ebbi disponibile per la vendita il 90% della energia prodotta.

« Oltre tutti questi molti altri elementi dovevano essere inventati o perfezionati, come artifici per impedire correnti eccessive, interruttori, sostegni di lampade, candelabri, e tutti i dettagli indispensabili per realizzare un sistema completo di illuminazione elettrica, che potesse competere con successo col sistema a gas. Tale era il lavoro da compiere nella prima parte del 1878. Il compito era enorme, ma noi mettemmo i nostri soldati alla ruota, ed in un anno e mezzo avemmo un sistema di illuminazione elettrica che fu un successo.

« Una questione che si riferisce a questo sistema è stata spesso fatta. Perchè fissai 110 volt come pressione normale per la lampada a filamento di carbone? La risposta è che io basai il mio avviso sul meglio che potessi per ridurre il costo del rame, e le difficoltà che si incontravano per costruire lampade a voltaggio elevato. Pensai che 110 volt fossero sufficienti per assicurare lo sviluppo commerciale del sistema; e 110 volt è ancora il voltaggio normale ».

Un professore di elettrotecnica oggi tracciarebbe un programma diverso per un impianto di illuminazione elettrica con lampadine ad incandescenza?

To the Associazione Elettrotecnica Italiana
Thomas A Edison

Tommaso Edison lo tracciò, e lo realizzò, quando la maggior parte degli organi necessari era da costruire, e molti rappresentanti della scienza di allora si dichiaravano assolutamente contrari alla possibilità stessa della realizzazione. Il Signor W. H. Preece, che fu poi direttore del Post Office Board di Londra, elettricista di fama mondiale, in una conferenza tenuta a Londra il 27 aprile 1879 affermò che l'idea di suddividere la corrente elettrica per effettuare una rivoluzione popolare nel campo dell'illuminazione delle case e degli stabilimenti era un « ignis fatuus », e che tutti gli sforzi in quella direzione eran condannati ad ignominioso fallimento.

In America non mancarono all'inventore le più alte lodi e le più gravi minacce di insuccesso fragoroso.

Non estranei eccitatori delle critiche dovettero essere i capitalisti delle aziende di gas ed il sentimento altamente conservatore dell'Inghilterra, che ottenne senza difficoltà nello stesso anno 1879 una legge, da cui derivarono molti ostacoli alla diffusione della luce elettrica nella Gran Bretagna. L'Italia accogliendo il nuovo sistema con favore ha dato anche allora al mondo civile un alto insegnamento.

L'elemento centrale del sistema Edison di illuminazione è la lampadina ad incandescenza; ma di questa non gli spetta la priorità del-

l'idea, nè dei primi tentativi di realizzazione; nè fu il solo in quell'intorno di tempo che si dedicasse alla costruzione su scala industriale.

Dell'uso del carbone scaldato elettricamente in un'ampolla vuota per costruire una lampada da minatore si parla, per es., in una memoria pubblicata nel Belgio nel 1836, cioè vent'anni prima che Edison nascesse. Sir J. W. Swann, il rivale maggiore di Edison nell'argomento dell'illuminazione, che associò col Nostro anche il proprio nome nella Edison and Swann United Electric Light Co. Ltd., costruì commercialmente lampadine con filamenti di carbone nel vuoto dopo una serie di tentativi fatti contemporaneamente all'Edison, all'insaputa assai probabilmente l'uno dell'altro, e che si somiglian molto per la preparazione dei filamenti, la vuotatura delle lampade, ed altri particolari. In quest'argomento la fisica già suggeriva senza ambiguità le vie che si potevano percorrere.

Nè inventò Edison il principio della dinamo: nè apparecchi di utilizzazione della corrente furon inseriti in parallelo per la prima volta da lui.

Ma Egli concepì e realizzò il grande impianto di distribuzione, e tutte le parti di questo sperimentò, migliorò, e compose in armonia, sicchè non è esagerare il dire che « inventò l'impianto ».

Una pubblicazione americana fatta in occasione del quarantennio della nascita della prima Società Edison di New York ha questa frase bene espressiva:

« Il suo onorifico titolo di « padre della luce elettrica domestica » è applicato ad un numero gigantesco di nuove idee ed invenzioni, di cui la lampada ad incandescenza non è che l'elemento centrale ».

Delle dinamo disegnò, sperimentò, perfezionò tutte le parti principali ed accessorie: cura particolare dovè rivolgere al circuito magnetico, della cui teoria si conosceva ben poco: pensò a laminare i nuclei delle armature per diminuire la dissipazione di energia per correnti parassite: confrontò ed applicò nei vari casi tutti i tipi di eccitazione, separata, in serie, in parallelo, composta: imaginò il sistema a tre fili per accrescere la tensione di distribuzione: il sistema degli alimentatori (feeders) per aumentare il raggio d'azione degli impianti generatori.

Un discorso su Edison, che non dovesse essere contenuto in limiti così angusti, dovrebbe illustrare separatamente ognuno di questi argomenti, e ne risulterebbe per i competenti una gustosissima storia della tecnica di quei tempi. In una stanza qui attigua è raccolta una piccola esposizione di cimeli che può supplire alla mia parola: chi la visiterà si potrà imaginare ricondotto indietro di 50 anni, quando le lampadine e gli impianti di Edison funzionarono per la prima volta. Mezzo secolo di storia ad un cimelio di elettrotecnica conferisce la stessa dignità, che può derivare ad una mummia dall'età dei Faraoni. Il cangiamento che la elettrotecnica ha prodotto nel mondo non è inferiore a quello, per cui altre attività umane impiegarono millenni.

Per brevità accenno di fuga all'attività di Edison come costruttore di impianti tranviari: le sue realizzazioni in questo campo non hanno il medesimo interesse di quelle nel campo della luce, e furono abbandonate presto da lui stesso.

Un'altra collana di studi sperimentali di grande merito è quella che lo condusse alla costruzione del microfono e del fonografo. Egli ridusse il microfono di Hugues ad una forma pratica seguendo lo stesso criterio che lo aveva guidato negli studi per l'illuminazione, e dimostra ancora che egli non inventava per il solo gusto dell'invenzione, ma per dar modo a tutti di godere i benefici dell'invenzione, perciò non abbandonò gli studi sul microfono finchè non ebbe divisato apparecchi ed impianti, che si prestassero all'uso corrente: non abbandonò gli studi sul fonografo, finchè non pervenne ad un tipo che, riprodotto a migliaia, costituisse l'utilità e il diletto di tutto il mondo.

La storia dei suoi studi sul fonografo ha come tappe fondamentali la riproduzione dei suoni mediante indentellatura sopra lo spigolo ricavato da una striscia di carta piegata; quella mediante indentellatura sopra una sottile lamina di stagnola, e quella mediante incisione su cera. Dai fonogrammi su cera egli passò alla matrice metallica atta a riprodurre esemplari a migliaia impiegando con straordinaria abilità il metodo della polverizzazione catodica.

« Quello in cui differisco da molti inventori, soleva egli dire, è che ho una specie di appendice di praticità; il senso degli affari e del valore monetario di un'invenzione ».

Sfiorò anche la radiotelegrafia. A giudizio di Lord Kelvin vide le scintilline indotte in un risuonatore di tipo Hertziano, e le fece mostrare entro una scatola nera, che inviò all'Esposizione di Parigi nel 1881. E l'osservazione associata con altre sulla magnetizzazione di cilindri di acciaio lo condusse a concepire una forza speciale, che chiamò « eterea », e che si propaga a distanza. Ma in questo argomento di filosofia naturale soltanto intravide, non vide giusto; e forse l'abbandonò perchè non vedeva chiaro.

Successivamente tentò comunicazioni a distanza senza filo, fra linee telegrafiche fisse ed apparecchi collocati parallelamente alla linea sopra un treno in moto, ed anche a maggiori distanze, inviando su dischi metallici la scarica del secondario di un rocchetto, e raccogliendo l'induzione corrispondente su dischi lontani per mezzo del suo elettromotografo.

In questo radio impianto era l'antenna: mancava la scintilla, che è la causa delle oscillazioni: e con la conoscenza del loro meccanismo all'autore mancava anche la guida per imaginare l'apparecchio ricevente. Con la scoperta del fenomeno fisico, che porta il suo nome, cioè la particolare conduttività elettrica dello spazio apparentemente vuoto fra il filamento di carbone reso incandescente ed una lastrina di metallo collocata di rimpetto entro il bulbo della lampada, l'Edison sfiorò anche l'invenzione di quella serie di meravigliosi apparecchi, diodi, triodi, poliodi che han permesso i maggiori sviluppi nell'arte delle radiocomunicazioni, e dai quali oggi l'elettrotecnica delle grandi potenze attende una radicale modificazione degli impianti.

Per nostra fortuna la fronda del lauro destinato a cingere il capo dei sommi, che dalle verità scientifiche han saputo trarre ispirazione per inventare ordigni da cui tutta l'umanità potesse avere vantaggio e diletto, era destinata ad un Italiano, che come l'Edison ha cominciato a sperimentare giovanissimo, ed all'abilità sperimentale e all'acume inventivo associa, come Egli associava, l'intuito industriale: cui i popoli riconoscenti avrebbero assegnato il titolo di « mago » se questo non fosse stato attribuito all'Edison da circa un cinquantennio.

Mago è indubbiamente un appellativo, che può sorprendere noi, che viviamo in un momento in cui i sogni e gli ultrasogni di tutta l'umanità che ci ha preceduti son divenuti realtà. Nemmeno Icaro sognava che un giorno l'uomo volasse sopra gli Oceani che non conosceva nemmeno: nessuna divinità dell'Olimpo, nessuno dei filosofi o dei poeti che preparavan loro i discorsi, ha pensato mai che gli esploratori dei deserti polari si potrebbero un giorno mantenere in comunicazione col mondo abitato, che un Papa, parlando dinanzi ad una piccola scatola fatta di granelli di carbone e pochi pezzi di metallo, potesse essere ascoltato da tutto il mondo.

Per intendere la significazione di parole come quella di « Mago » bisogna riferirsi ai tempi, e se si vuole i documenti di quest'affermazione, rileggere quel che fu scritto nei giornali allora, specialmente dopo i primi annunci del fonografo. Non erano risparmiati gli appellativi più entusiasti: si riceve l'impressione che il mondo presentisse che la luce elettrica, il microfono, il fonografo, non sarebbero rimaste scoperte isolate, ma apparirebbero un giorno i primi anelli di una catena di nuove applicazioni meravigliose, l'inizio di un'èra nuova di civiltà.

Tommaso Edison è stato considerato come il possessore delle chiavi di quest'era, e colui che, avendola aperta, per tutta la vita vi percorresse una via lunga e luminosa.

Per non tacere di un'altra serie di esperienze lunghissima, che condusse il Nostro ad un apparecchio di uso corrente in elettrotecnica, accennerò con vostra sopportazione, o Signori, all'accumulatore a nikel.

Il problema dell'accumulazione dell'energia ha affaticato una folla di inventori, fra cui scienziati abilissimi: non è ancora risoluto in modo soddisfacente, nè sembra che la scienza additi ancora la via per la soluzione buona: dominano ancora il campo, con cambiamenti non sostanziali da quando furono costruiti per la prima volta, gli accumulatori a piombo: l'Edison ne ha costruito a base di nikel, e con liquidi non corrosivi. Essi non rappresentano una vittoria sul vecchio tipo a piombo, nè una vittoria definitiva nel campo dell'accumulazione; ma chiunque li osservi riconosce anche in quest'apparecchio per il modo, con cui ogni parte è concepita ed eseguita, l'impronta di un leone nell'arte della meccanica industriale.

Per non tacere di un'invenzione di Edison destinata alla scienza pura accennerò al microtasimetro, da lui presentato nel 1880 all'Accademia di Parigi, un apparecchio per misurare piccolissime differenze di temperatura approfittando della variazione di volume di un piccolo pezzo di carbone e della conseguente variazione di resistenza di un contatto microfonico. Esso fu impiegato anche per misurare il calore che ci proviene dai pianeti.

Signori, mi consentite ancora due minuti?

Per un elenco di altri strumenti ed apparecchi inventati e costruiti dall'Edison, che non ho nominato ancora: il fonomotore, l'elicottero, il generatore piromagnetico, il fluoroscopio, il galvanometro aperiodico dead beat, il mimeografo, la penna elettrica, il megafono, l'odoroscopio, il separatore magnetico dei minerali. Per citare due industrie non elettriche, cui dedicò molta attività; la concentrazione, macinatura, preparazione, dei minerali di ferro, la manifattura del cemento Portland.

Per ricordare qualche numero; oltre 6000 furono le fibre vegetali sperimentate per trarne il filamento carbonizzato delle lampadine; più di mille i mastici per ottenere i cilindri dei fonografi, oltre 15.000 le piante da cui trarre il caoutchouc.

I brevetti di Edison sono 1328: se li avesse ottenuti ad uguali intervalli di tempo per circa 40 anni, ne avrebbe avuto uno ogni un-

dici giorni: l'ufficiale delle patenti di New York, cui l'Edison si presentava in persona, nei primi tempi della sua attività inventiva, disse un giorno che «quel giovanetto con i suoi passi manteneva calda la strada dell'ufficio».

Le rivendicazioni contenute nei 1328 brevetti ottenuti da Edison si riferiscono tutte a vere e proprie invenzioni sue?

Sul significato di questa parola «invenzione» è necessario intendersi. Se il titolo di inventore si desse solamente a chi è stato il primo a concepire ed enunciare un principio completamente nuovo, esso spetterebbe a ben pochi; forse a nessuno. Il tessuto del pensiero scientifico costituisce un'unità, che si allarga per l'opera di tutti gli studiosi in ogni età e in ogni Paese. Ogni maglia di questo tessuto è concatenata colle altre. Oserei dire che la trama appartiene a tutti, perchè appartiene all'ingegno umano come entità operante e creatrice. Chi crede in Dio può pensare che Egli l'ha donata all'uomo il giorno stesso che lo ha creato. Ma su quella trama l'uomo colloca i suoi punti. Molti tengono l'ago in mano per formare il punto: alcuni riescono a formare un punto più pregevole: molti contribuiscono ad aggiungere ornamenti intorno al punto formato.

Il poter riconoscere l'autore di ogni punto e di ogni ornamento non è agevole; la società per lo più conferisce il titolo ed il merito secondo criteri diversi non sempre conformi; come per altre manifestazioni dell'umano ingegno i contemporanei bandiscono glorie, che i posteri cancellano, e non raramente accade il contrario.

Per le invenzioni protette da brevetto vi è il riconoscimento ufficiale negli Stati dove la domanda di brevetto è esaminata e giudicata preventivamente: talvolta vi sono sentenze di tribunali, che fra più persone che rivendicano lo stesso principio giudicano definitivamente. Queste sentenze costituiscono in materia di brevetti una verità ufficiale, che non è sempre la verità pura.

L'Edison ha ottenuto sentenze di tribunali in vari casi; per es., per le priorità sul microno, e per quelle sulla lampadina.

Il nome di inventore per alcune sue creazioni gli spetta, anche se a questa parola si conferisce il significato più stretto: per altre gli spetta in quanto perfezionò concetti e apparecchi escogitati da altri: per altre in quanto lavorò in America sovente all'insaputa di ciò che si faceva in Europa: il nome di inventore gli è stato riconosciuto in molte occasioni senza discussione da scienziati, da tecnici, da industriali, da popoli, e per ciò che è lecito di prevedere degli eventi futuri questo nome gli resterà, nè la fama sua sarà di quelle che il tempo indebolisca.

Evidentemente io non posso nemmeno accennare a tutti gli argomenti, cui questi brevetti si riferiscono: tanto più che è giunta l'ora di ammainare le vele.

Perciò e per concludere tornerò a considerazioni generali.

Ho già detto che il tempo che Edison ha dedicato al lavoro è stato addirittura eccezionalissimo. Ma non è soltanto questa l'eccezione che si è verificata per lui.

Egli ha lavorato in un'epoca eccezionalmente favorevole per la materia cui si è dedicato. Chiuso il ciclo eroico delle scoperte di elettrofisica, si iniziava intorno al 1875 quello altrettanto eroico delle applicazioni. Egli ha avuto la ventura di vivere quando tutti i più bei canti del nostro poema sono stati composti uno ad uno: moltissimi contengono una sua strofa.

Egli ha vissuto in un Paese eccezionalmente favorevole per lo sviluppo delle attività industriali. Principe dei realizzatori in fatto di industrie e di commerci egli ha vissuto in mezzo ad una pleiade di realizzatori. In America, specialmente fino alla fine del secolo scorso, le attività del tipo di quella cui si è dedicato Edison erano le più apprezzate. Poeti e filosofi non crescono, anche perchè non sarebbero intesi, in un paese giovane, che ha risorse naturali immense, nel momento in cui la tecnica dimostra che la utilizzazione di queste risorse è la via che conduce alla ricchezza. E un popolo giovane pensa alla ricchezza come meta principale. Forse ora che l'America è ricca potrà l'attività industriale indebolirsi, ed anche in America nasceranno filosofi e poeti.

L'uomo eccezionalmente operoso, in condizioni eccezionalmente favorevoli di ambiente, in epoca eccezionalmente favorevole, ebbe anche il merito di un eccezionale rendimento. Questo ha stupito i contemporanei, e stupirà i posteri di ogni età.

Se la gloria degli individui si misura dal loro rendimento in opere, poche glorie saranno così durature.

E possediamo noi una misura della gloria più precisa di quella del rendimento in opere? Nessuno oserebbe affermarlo.

Perciò in questo senso la figura di Edison come campione d'uomo è così alta che tutta l'Umanità può esserne orgogliosa.

Signori,

questa sera siamo riuniti per una commemorazione e per una celebrazione.

La commemorazione è un ricordo in adunanza, e poteva promuovere questo ricordo anche una voce fioca perchè il nome di Edison è così conosciuto ed alcune sue opere sono così note che ciascuno degli ascoltatori ha certamente potuto associare al ricordo cui era dedicato il discorso un proprio ricordo personale, e quello di molti sarà stato di assai maggior pregio di quello dell'oratore.

La celebrazione sarà fatta dalla musica, che è il linguaggio altissimo; e per la dedicazione dell'inno, che è al sole, di cui ogni lampada elettrica può chiamarsi un piccolo raggio che illumina gli umani quando l'astro maggiore visita altri fusi del pianeta; e per il nome dell'autore, che ha accettato l'invito di dirigere l'orchestra: e per il nome di questa sarà degna del celebrando.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI SINCRONI E SUGLI ASINCRONI □ □ □ □

E. SANTUARI

AEI

Comunicazione riassunta alla Sezione di Milano il 23 maggio 1930.

(Continuazione e fine, v. N. 34, pag. 858)

5. - Alcune delle principali caratteristiche di servizio dei condensatori asincroni.

Delle proprietà caratteristiche degli asincroni verranno trattate solamente quelle che hanno più importanza e che più interessano, a nostro parere, l'esercizio e differiscono maggiormente da quelle dei sincroni.

Ci sembra conveniente di premettere un paragone preliminare, che per il suo semplicismo farà probabilmente inorridire i tecnici ortodossi, fra il comportamento di un condensatore asincrono e quello di una macchina a corrente continua in derivazione.

Esso servirà certamente a facilitare il nostro esame, perchè ci consentirà di entrare subito in argomento a base di semplici ragionamenti, senza richiedere delle esposizioni tecniche fondate su teorie più o meno complesse.

Le nostre considerazioni fondamentali si riferiranno, come abbiamo fatto al capitolo n. 4 per i sincroni, al funzionamento a tensione costante e eccitazione variabile (che in quel capitolo abbiamo in parte omesso, per non ripetere nozioni arcinote), al funzionamento a tensione variabile e eccitazione, non costante, ma data dall'apparecchio di regolazione registrato in posizione fissa (che appunto determina le caratteristiche di autoregolazione di un asincrono) ed infine a quello a frequenza variabile.

Vedremo in primo luogo che, sotto certi punti di vista, il comportamento di un condensatore asincrono può paragonarsi a quello di una macchina a corrente continua in derivazione.

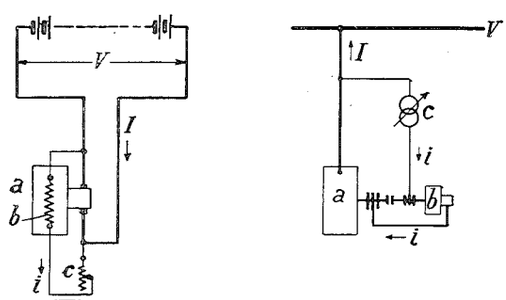


Fig. 113. — Collegamenti schematici di un motore a corrente continua in derivazione e di un condensatore-reattore asincrono.

La parte sinistra della fig. 113 riproduce lo schema semplificato di una macchina di questo genere *a*, eccitata dal suo campo *b*, alimentante o alimentata da un sistema a tensione costante, *V*, raffigurato da una batteria. Le regolazione della eccitazione avviene mediante il reostato *c*.

Nella parte destra è invece tracciato lo schema di principio di un condensatore asincrono *a*, eccitato dalla macchina *b*, che abbiamo rappresentato sotto la forma più semplice di una convertitrice di frequenza, allacciata al sistema a tensione costante *V*. La regolazione dell'eccitazione dell'asincrono viene fatta mediante l'apparecchio di regolazione *c* (regolatore ad induzione, trasformatore a rapporto variabile, resistenza variabile, ecc.).

Alla convertitrice di frequenza può venire sostituita, senza infirmare la validità delle considerazioni che seguono, tanto una macchina ad eccitazione rotorica quanto una ad eccitazione statorica, purchè

quest'ultima abbia il campo alimentato a sua volta da una macchina ad eccitazione rotorica, oppure da una convertitrice di frequenza.

Fino a tanto che le macchine che compongono il sistema di eccitazione non sono saturate, ed è questo che succede nella maggioranza dei casi, le condizioni sostanziali di funzionamento non mutano.

Dal nostro esame abbiamo escluso i condensatori asincroni eccitati da macchine a collettore in derivazione, perchè essi hanno una importanza trascurabile e il loro impiego non è razionale per alimentare i sistemi di produzione e trasmissione di energia. Essi non consentono infatti di venire controeccitati; non vengono quindi sfruttati per tutta la potenza in regime sottoeccitato che possono dare.

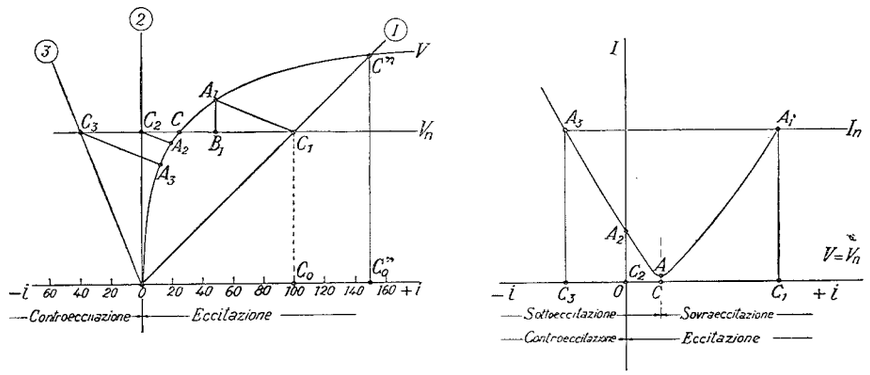


Fig. 114. — Caratteristiche di funzionamento di un condensatore-reattore asincrono a tensione costante.

Tutte e due le macchine della fig. 113 sono eccitate da un campo (avvolgimento dei poli principali per la macchina a corrente continua e avvolgimento rotorico per il condensatore asincrono) alimentato in derivazione dalla tensione V del sistema.

Il campo sarà quindi percorso da una corrente di valore proporzionale alla tensione V d'alimentazione (tensione ai morsetti della macchina), se si suppone che l'apparecchio di regolazione c rimanga registrato in posizione fissa.

Questo è evidente per la macchina a corrente continua. Risulta egualmente chiaro per il condensatore asincrono, se si pensa che la convertitrice b si limita solo a convertire la frequenza industriale della corrente, con cui viene alimentata dal lato degli anelli, a quella di scorrimento dal lato del collettore, per permettere l'eccitazione del condensatore. Il circuito in derivazione sui morsetti del condensatore, compreso l'avvolgimento rotorico di quest'ultimo, può considerarsi rispetto alla tensione del sistema come un circuito a impedenza costante.

Si giunge quindi alla conclusione che in ambedue i casi la corrente di eccitazione i è direttamente proporzionale alla tensione ai morsetti V della macchina. Sarà perciò lecito di servirsi sotto questo riguardo, per esaminare il comportamento del condensatore asincrono, di diagrammi di costruzione analoga a quelli impiegati per l'esame delle caratteristiche di una macchina a corrente continua di derivazione.

Premesse queste considerazioni, risulta per esempio ovvio che la corrente permanente di corto circuito trifase di un condensatore asincrono è nulla.

Aggiungiamo a questo punto che altrettanto non succede per quella di corto circuito bifase o monofase, la quale, in virtù della concatenazione magnetica dei diversi circuiti e fasi dell'asincrono e delle loro connessioni, può assumere dei valori elevati, pericolosi per la macchina.

Non esiste però unanimità di giudizio fra i costruttori sulla entità di queste correnti e neppure su quella della punta massima iniziale della corrente di corto circuito istantanea. I fautori delle macchine asincrone sostengono che per queste macchine i valori sono notevolmente inferiori a quelli delle macchine sincrone, fatto che viene contestato dai fautori delle sincrone.

I valori della costante di tempo della impedenza di corto circuito di una macchina asincrona sono invece molto inferiori a quelli della sincrona. Perciò il passaggio della corrente di corto circuito dal valoro iniziale a quello permanente è assai più rapido per le macchine asincrone.

Terminata questa breve parentesi, vogliamo passare all'esame del comportamento di un condensatore asincrono a tensione costante, valendoci appunto di una costruzione grafica simile a quella in uso per la macchina a corrente continua in derivazione.

Un asincrono è però una macchina a corrente alternata. Non è quindi lecito servirsi di questa costruzione tale e quale, senza tener conto delle proprietà dei circuiti a corrente alternata.

L'esame già svolto sul comportamento delle macchine sincrone ci aiuterà facilmente a scegliere e applicare al nostro caso quei risultati, dei quali possiamo servirci a ragione di logica per analizzare le proprietà di un asincrono.

Esso funziona nell'immediata prossimità del sincronismo, con una frequenza di scorrimento praticamente nulla. Commetteremo quindi un errore del tutto trascurabile agli effetti della azione della reattanza dello statore e della reazione d'indotto, se ammettiamo che sia lecito di tracciare anche per un asincrono il triangolo di Potier e ne riteniamo valide le leggi.

La curva V (fig. 114 a sinistra) rappresenta la caratteristica a vuoto di un asincrono. Essa si ottiene rilevando i valori della tensione ai morsetti in funzione di quelli della corrente a vuoto I_μ per diversi valori della tensione V_1 detraendo da questi ultimi la caduta di tensione che si produce nella reattanza x_1 dello statore. La corrente rotorica I_2 che non è altro che la corrente di eccitazione i, va calcolata dai valori corrispondenti rilevati della corrente statorica tenendo conto del rapporto di trasformazione dell'asincrono.

Il luogo geometrico della tensione di eccitazione in funzione della corrente di eccitazione è per i motivi esposti, come per una macchina a corrente continua in derivazione, determinato da una retta passante per l'origine (per es. dalla retta 1).

Sia V_n il valore della tensione normale, pari al tratto $\overline{C_1 C_0} = \overline{C_2 O}$. Funzionando l'asincrono da condensatore, alla tensione V_n e all'eccitazione $\overline{O C_0}$ (punto C_1), gli comporta il triangolo di Potier $A_1 B_1 C_1$ con una corrente statorica reattiva I proporzionale all'ipotenusa $\overline{A_1 C_1}$.

Variando ora l'eccitazione mediante registrazione a posizioni diverse dell'apparecchio di regolazione, si varia pure la corrente statorica reattiva I in proporzione alla lunghezza che va assumendo l'ipotenusa $\overline{A_1 C_1}$ del triangolo di Potier, se lo si sposta parallelamente a se stesso in modo che il suo vertice A si muova sulla caratteristica a vuoto V e quello C sulla retta orizzontale V_n, che è il luogo geometrico dei punti a tensione costante V_n.

Avremo per esempio che per la posizione C i punti A e C si sovrappongono e quindi la corrente è nulla. L'asincrono funziona a vuoto. Esso è sempre eccitato con la corrente $\overline{C_2 C}$, ma non assorbe, nè eroga corrente reattiva; si limita invece ad assorbire una certa corrente attiva per far fronte alle perdite, il cui valore non può apparire dal diagramma semplificato che abbiamo tracciato.

Se spostiamo oltre nello stesso senso l'apparecchio di regolazione della eccitazione, giungiamo alla posizione C_2 (caratteristica 2 della corrente di eccitazione), nella quale l'eccitazione rotorica è nulla. Lo

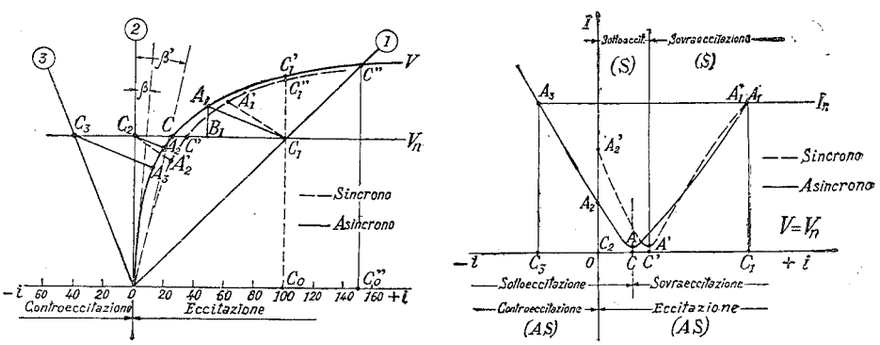


Fig. 115. — Raffronto fra le caratteristiche di un sincrono e di un asincrono a tensione costante.

asincrono funziona non eccitato (in regime sottoeccitato) e assorbe una corrente reattiva proporzionale al tratto $\overline{A_2 C_2} = I_\mu$.

Anche qui si nota l'analogia col comportamento di un motore a corrente continua in derivazione alimentato a tensione costante. Sebbene la inclinazione della retta, che rappresenta la caratteristica della corrente di eccitazione, sia superiore a quella della parte rettilinea della caratteristica a vuoto V della macchina, non vi saranno da temere fenomeni di instabilità di tensione.

Spostando ulteriormente l'apparecchio di regolazione dell'eccitazione si passa nella zona di controeccitazione dell'asincrono. Esso funziona in regime (controeccitato) sempre più sottoeccitato e assorbe

una corrente reattiva sempre maggiore. Nella posizione 3 della caratteristica della corrente di eccitazione la corrente reattiva assorbita sarà proporzionale al tratto $\overline{A_3 C_3}$.

Se si traccia la caratteristica che rappresenta la corrente statorica reattiva I in funzione dell'eccitazione rotorica i si ottiene anche per il condensatore asincrono, come per quello sincrono, la curva a V (grafico fig. 114 a destra).

Per facilitare il confronto del grafico a sinistra con quello a destra della figura 114 sono state adottate le medesime lettere per i medesimi valori delle correnti I. Il campo esteso dalla curva a V mostra l'innegabile superiorità che hanno gli asincroni sui sincroni per quello che riguarda il loro funzionamento in regime sottoeccitato.

Questa superiorità appare ancor più evidente dal confronto delle caratteristiche a V di un condensatore asincrono con quelle di uno sincrono, come sono riprodotte a figura 115.

Si vede anzitutto che l'asincrono (figg. 114 e 115 a sinistra) ha uno spessore del traferro molto più ridotto (pochi millimetri) di quello del sincrono (angoli β e β' della parte rettilinea delle caratteristiche a vuoto). L'asincrono va invece soggetto a variazioni di tensione maggiori del sincrono. Infatti, posto che ambedue funzionino nel punto C_1 (figg. 114 e 115 a sinistra), se staccati dalla rete, si porteranno alla tensione $\overline{C'' C_0''}$ (e non $\overline{C_1' C_0}$) e rispettivamente $\overline{C_0 C_1''}$.

Pur essendo ambedue le macchine costruite per la medesima potenza nominale I_n V_n, la potenza di regolazione complessiva, se così vogliamo chiamare la somma della potenza massima in regime sovraeccitato e di quella massima in regime sottoeccitato (fig. 115 a destra) è notevolmente maggiore per l'asincrono che per il sincrono. Difatti il primo può dare, anche con una controeccitazione di valore inferiore a quello dell'eccitazione massima rotorica, una potenza in regime sottoeccitato $(\overline{A_3 C_3})$ pari a quella in regime sovraeccitato $(\overline{A_1 C_1})$, mentre il secondo, se non è espressamente costruito a questo scopo, e in tal caso la sua potenza di eccitazione deve venire aumentata e così pure le dimensioni di macchina, dà una potenza in regime sottoeccitato $(\overline{A_2' C_2})$ che è sensibilmente inferiore a quella in regime sovraeccitato $(\overline{A_1' C_1} = \overline{A_1 C_1})$. Se chiamiamo con potenza induttiva propria la potenza reattiva che può assorbire un condensatore-reattore a eccitazione zero, essa sarà per il condensatore asincrono molto più ridotta di quella del sincrono $(\overline{A_2 C_2}$ rispetto ad $\overline{A_2' C_2})$; per quest'ultimo essa corrisponderà praticamente alla massima potenza che esso può assorbire in regime sottoeccitato.

Un condensatore asincrono può venire controeccitato senza pericolo di perdere il passo anche con una corrente rotorica pari a quella massima in regime di sovraeccitazione; questa proprietà, che lo differenzia nettamente da un sincrono, lo rende adatto ad assorbire delle potenze reattive maggiori di quelle massime che può erogare.

Il limite al valore della potenza massima in regime sottoeccitato è dato per un condensatore asincrono esclusivamente dalle condizioni di riscaldamento e quindi dalle caratteristiche di costruzione dello statore, e non da quelle del rotore. Se lo statore permette dei sovraccarichi continuativi od intermittenti, l'uso della controeccitazione permetterà senz'altro all'asincrono di funzionare con questi sovraccarichi in regime sottoeccitato, finchè essi non siano talmente elevati da rappresentare un sovraccarico anche per il circuito rotorico e il sistema di eccitazione.

A titolo informativo si può ritenere che un asincrono provvisto di un sistema conveniente di eccitazione possa dare, in quanto le condizioni di sovraccarico dello statore lo consentano, una potenza limite in regime sottoeccitato del 30 % superiore a quella massima in regime sovraeccitato.

Dal diagramma circolare (fig. 116) che si può tracciare anche per un asincrono provvisto di eccitatrice, queste proprietà possono avere una chiara conferma. I luoghi geometrici per funzionamento a massima sovraeccitazione, a eccitazione zero e a controeccitazione sufficiente per portare la potenza dell'asincrono in regime sottoeccitato pari a quella massima in regime sovraeccitato, sono dati dai cerchi I, II e III.

Perchè l'asincrono eroghi la massima potenza in regime di sovraeccitazione $\overline{O A_1}$, occorre eccitarne il rotore colla corrente $\overline{A_2 A_1}$: per portarlo invece alla medesima potenza in regime sottoeccitato $(\overline{O A_3} = \overline{O A_1})$ è sufficiente limitare la controeccitazione al valore $\overline{A_2 A_3} = \overline{O A_1} - \overline{O A_2}$. E' possibile senz'altro aumentare questa potenza senza modificare la macchina, purchè le condizioni di sovraccarico dello statore lo consentono.

Il punto C si riferisce al funzionamento dell'asincrono come motore con una potenza attiva $\overline{O C''}$ e reattiva pari a $\overline{O C'}$.

Le potenze massime attive che può dare la macchina alle tre diverse eccitazioni sono proporzionali alle lunghezze dei raggi dei tre cerchi. Anche alla massima controeccitazione la potenza massima attiva erogata come motore è assai elevata, superiore a quella normale. Questo fatto giustifica le indicazioni date al capitolo precedente relative ai limiti di potenza dei due condensatori asincroni da 21.500 kVA che abbiamo descritto, e mostra che anche in regime sottoeccitato la stabilità degli asincroni è di gran lunga superiore a quella che possono garantire dei sincroni costruiti per le medesime caratteristiche e per gli stessi limiti di potenza normale.

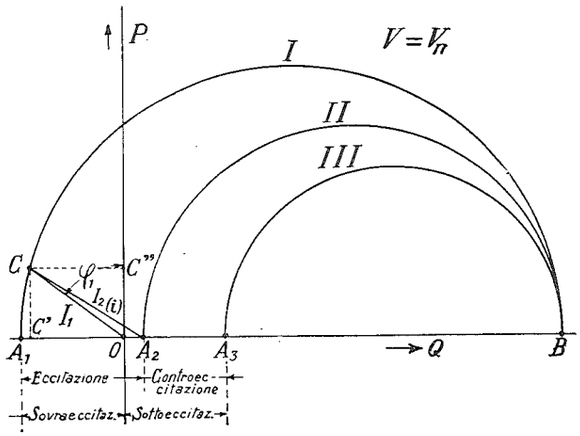


Fig. 116. — Diagramma circolare semplificato di una macchina asincrona eccitata.

Le dimensioni delle singole grandezze del diagramma circolare sono, anche per gli asincroni, proporzionali press'a poco al quadrato della tensione. Dalle considerazioni svolte e dalle proporzioni del diagramma a fig. 116 si deduce facilmente che gli asincroni possono rimanere in servizio anche in caso di forti abbassamenti di tensione, che farebbero perdere senz'altro il passo ai sincroni. Noi stessi abbiamo avuto campo di constatare sperimentalmente e in servizio questa proprietà su una macchina asincrona eccitata, funzionante da condensatore-reattore.

Al regime massimo di controeccitazione essa rimaneva in servizio anche quando la tensione veniva fatta gradatamente scendere al 30 % del suo valore nominale. Brusche variazioni di tensione riducono naturalmente anche per gli asincroni il loro grado di stabilità, ma sempre in misura molto inferiore che per i sincroni.

Anche a repentini sbalzi di frequenza gli asincroni sono molto meno sensibili dei sincroni per le ragioni già esposte.

Basandoci su quanto abbiamo già esposto e sulle conclusioni a cui siamo giunti fin qui possiamo esaminare facilmente le caratteristiche autoregolatrici degli asincroni. Quali macchine eccitate in derivazione il loro comportamento deve differire sostanzialmente da quello dei sincroni, che sono macchine ad eccitazione separata.

A fig. 117 a sinistra abbiamo tracciato la caratteristica a vuoto V, il triangolo di Potier $A\,B\,C$ e alcune caratteristiche della corrente di eccitazione per diverse posizioni fisse dell'apparecchio di regolazione dell'eccitazione.

Scelta una di queste posizioni, per esempio la posizione (100) si possono trovare graficamente i valori delle correnti reattive I erogate o assorbite dall'asincrono a tensione variabile. Esse sono date dai valori della ipotenusa $\overline{A C}$ del triangolo di Potier, spostato parallelamente a se stesso col vertice A sulla caratteristica a vuoto e col vertice C sulla caratteristica della corrente di eccitazione.

La costruzione è del tutto analoga a quella descritta al capitolo 4° per i sicroni.

La fig. 117 a destra riproduce le curve di regolazione dell'asincrono per le diverse posizioni dell'apparecchio di regolazione dell'eccitazione (regolatore di campo).

La figura mostra che gli asincroni hanno caratteristiche autoregolatrici nettamente più sfavorevoli dei sincroni, perchè ad essi manca la tendenza preziosa a contrastare qualsiasi variazione di tensione in qualsiasi senso essa abbia luogo e a qualunque tensione funzioni la macchina. Le curve della corrente reattiva I mostrano anzitutto che, a partire da un certo punto che si trova nei pressi della tensione normale, la corrente decresce colla riduzione della tensione per portarsi a zero in caso di corto circuito. Forma analoga ha la caratteristica della potenza reattiva dell'asincrono Q.

Questo comportamento ha certi punti di contatto con quello dei sincroni muniti di limitatori automatici di corrente, colla differenza a favore di questi ultimi, che essi tendono ad una determinata corrente di corto circuito col decrescere della tensione.

Possiamo perciò dedurre da questo paragone che l'impiego degli asincroni sarà consigliabile solo nella maggior parte dei casi in cui

è indicato quello dei sincroni provvisti di limitazione automatica di corrente.

Vediamo in secondo luogo che, a partire dalla tensione normale V_n, la potenza reattiva Q erogata da un asincrono aumenta fino a un determinato punto della caratteristica (ad una determinata tensione)

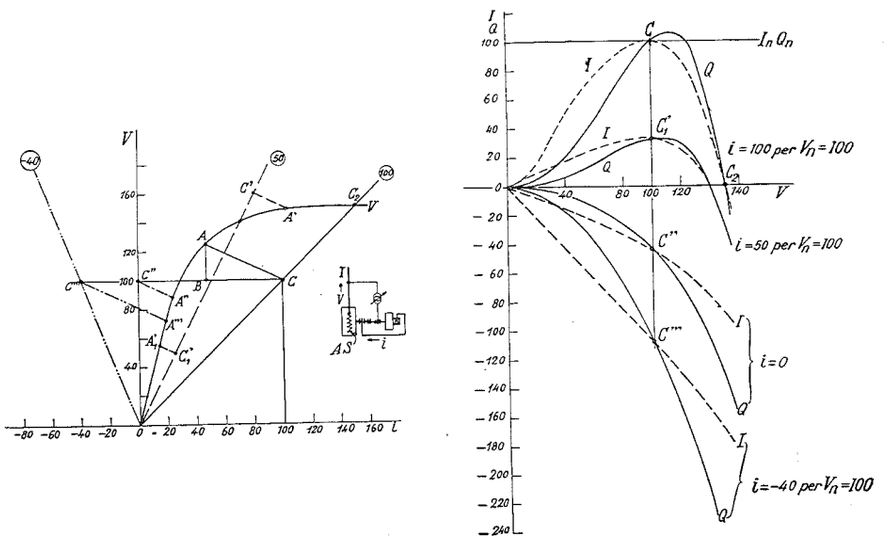


Fig. 117. — Caratteristiche di funzionamento di un condensatore-reattore a tensione variabile con organo di regolazione registrato in posizione fissa.

coll'aumento della tensione e decresce quando essa diminuisce. Solo, oltrepassato quel dato valore di tensione, la potenza reattiva erogata diminuisce coll'aumento di tensione contrastandone l'azione.

La ragione di questo comportamento è dovuta anche per gli asincroni alla saturazione. Sotto questo aspetto l'asincrono può considerarsi in ultima analisi come un circuito formato da un condensatore statico collegato in parallelo con una bobina di selfinduzione, a circuito saturato, di reattanza regolabile.

L'azione di un asincrono sovraeccitato mostra quindi delle deficienti qualità stabilizzatrici nel senso che essa, anzichè concorrere a mantenere costante la tensione, tende a magnificarne le variazioni e precisamente fino a tanto che il gradiente $\frac{dQ}{dV}$ della sua caratteristica di regolazione è negativo.

Nettamente stabilizzatrice e per un campo molto più vasto di un sincrono è invece l'azione di un asincrono in regime sottoeccitato (fig. 117 a destra) per effetto della controeccitazione.

Il confronto fra le caratteristiche di regolazione di un condensatore statico, di un sincrono e di un asincrono è dato alla fig. 118; esso dà sanzione alle nostre conclusioni che sono confermate altresì dal grafico a fig. 119 del gradiente $\frac{dQ}{dV}$ in funzione della tensione V.

Ci sia concessa a questo punto una breve osservazione che si riferisce alla scelta in genere dei sincroni.

Si parla nella maggior parte dei casi di sincroni rifasatori, indifferentemente dallo scopo a cui sono destinati. Questa definizione, contro la esattezza della quale nulla si può eccepire, ci sembra abbia in molti casi fatto deviare, e in modo eccessivo, l'attenzione di costruttori e esercenti dal vero scopo al quale i sincroni stessi devono servire.

Essi rifasano, o sfasano, in tutti i casi, ma il loro scopo principale può essere o il puro rifasamento, e in tal caso la regolazione della tensione passa in sott'ordine, oppure la regolazione della tensione e allora il rifasamento ha interesse secondario.

Alla prima categoria appartengono i sincroni destinati a rifasare impianti industriali o piccole reti secondarie: alla seconda quelli destinati a regolare la tensione, a rendere più stabile il servizio di reti di trasmissione e ad elevarne la potenzialità.

Ciò premesso, risulta evidente che le caratteristiche di queste macchine non possono nè devono essere le medesime per le due categorie.

Mentre per la prima è conveniente che i sincroni in caso di perturbazioni non abbiano a dar luogo a correnti che possano danneggiare gli impianti e il fatto della loro uscita di passo nell'eventualità di bruschi abbassamenti di tensione non ha grande peso, è invece assolutamente indispensabile per i sincroni della seconda categoria che rimangano in servizio per quanto più è possibile, non escano di passo e si oppongano nella misura più pronta ed energica alle variazioni di tensione, che infirmano tanto la potenzialità di trasmissione quanto la stabilità di esercizio.

Due devono quindi essere, e ben distinti fra di loro, i criteri che regolano la scelta e la costruzione dei sincroni.

Questa parentesi, che a rigor di termini meglio si addiceva ad essere inserita nella parte destinata ai sincroni, ci è sembrata opportuna per meglio chiarire le idee.

Il comportamento poco favorevole degli asincroni agli effetti delle ripercussioni della loro azione (essi sono di per se stessi, come abbiamo visto, di funzionamento eminentemente stabile) sulla stabilità di un sistema è dovuto essenzialmente al fatto che la loro corrente di eccitazione è una funzione della loro tensione ai morsetti, alla quale essa è direttamente proporzionale.

E' sorta quindi naturale l'idea di sfruttare il nesso che esiste fra corrente di eccitazione e tensione per modificarlo con opportuni accorgimenti e invertirne il senso, in modo da far assumere agli asincroni delle caratteristiche autoregolatrici di azione stabilizzante ancor più spiccata di quelle dei sincroni.

E' relativamente facile raggiungere questo scopo, data la molteplicità dei mezzi dei quali ci si può servire. Ci limiteremo a descrivere una delle disposizioni proposte, della quale è stato fatto cenno nelle pubblicazioni tecniche.

Si abbia a fig. 120 un condensatore asincrono *a*, munito di eccitatrice *b*, che supponiamo per semplicità di eccitazione rotorica. Invece di alimentare gli anelli della eccitatrice direttamente attraverso il trasformatore ausiliario *c* e il regolatore di campo *d*, si inserisce in serie, fra quest'ultimo e gli anelli, il secondario di un trasformatore contro-

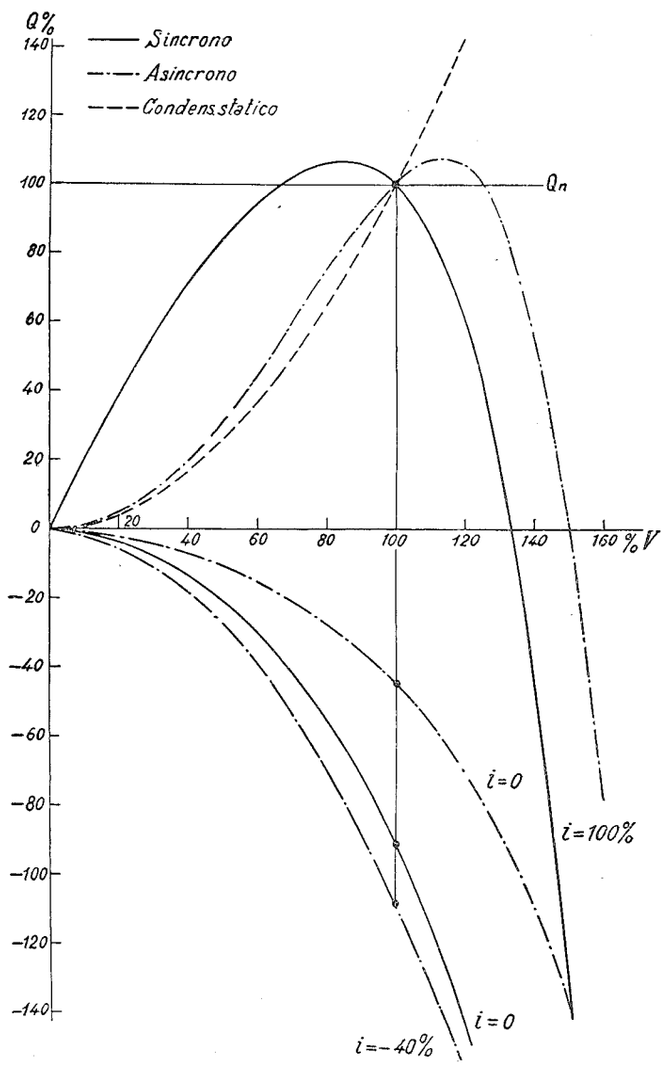


Fig. 118. — Confronto fra le caratteristiche di autoregolazione a tensione variabile di un sincrono, di un asincrono e di un condensatore statico.

compound *e*, avente il primario alimentato dalla tensione della rete attraverso la bobina di selfiinduzione *f* a circuito magnetico fortemente saturato. La tensione di alimentazione della eccitatrice *b* è data in questo caso dalla differenza fra la tensione della rete (al secondario del trasformatore *c*), che si prescinde dalla azione graduabile del regolatore di campo *d* che si suppone in posizione fissa, e la tensione al secondario del trasformatore controcompound *e*, che varia in modo inverso alla tensione della rete, secondo una curva data dalle caratteristiche di saturazione della bobina di selfinduzione *f*.

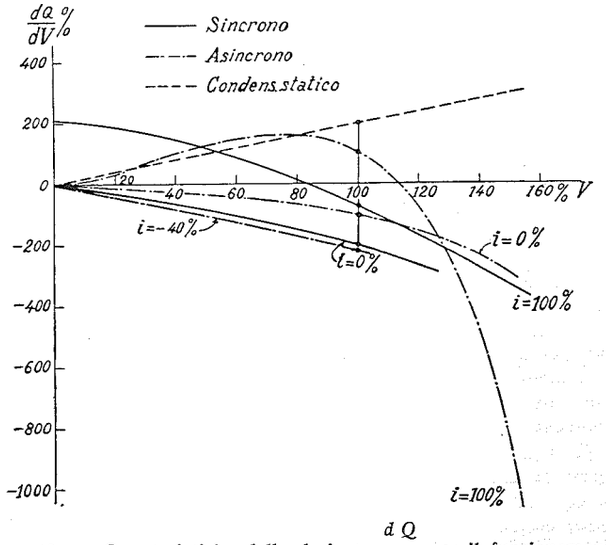


Fig. 119. — Caratteristiche della derivata $\frac{dQ}{dV}$ per il funzionamento a tensione costante di un sincrono, di un asincrono e di un condensatore statico.

Questa disposizione applicata all'asincrono gli conferisce le caratteristiche autoregolatrici riportate nella parte destra della fig. 120, facilmente deducibili per mezzo di una costruzione grafica sul tipo di quelle esposte, e dà all'asincrono delle proprietà stabilizzatrici simili a quelle di un sincrono provvisto di eccitazione ad impulso. Essa trasforma in altre parole quello che era un difetto della macchina in un vantaggio.

Disposizioni equivalenti di sistemi d'eccitazione di macchine sincrone sono, come abbiamo già accennato al Capitolo 5°, senz'altro possibili, con risultati, agli effetti della regolazione dell'eccitazione e del miglioramento delle caratteristiche autoregolatrici delle macchine, del tutto simili a quelli che si ottengono cogli asincroni provvisti della disposizione a fig. 120.

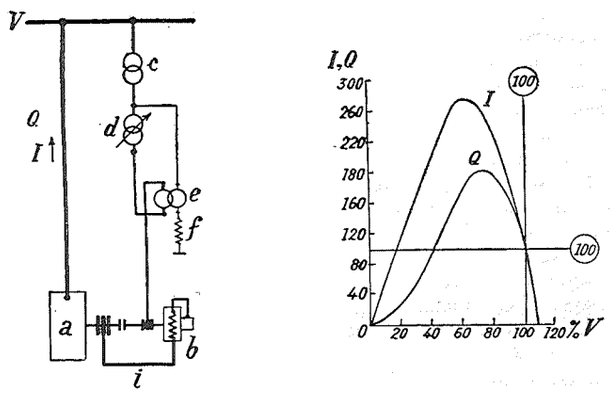


Fig. 120. — Schema di eccitazione per migliorare le proprietà stabilizzatrici di un condensatore-reattore asincrono munito di eccitatrice ad eccitazione rotorica (S. S. W.).

Sarebbe certamente interessante di verificare nell'esercizio se l'uso di sistemi di eccitazione di questo genere può rendere in pratica del tutto superfluo l'impiego di dispositivi di regolazione automatica dell'eccitazione. Questi hanno a loro vantaggio la possibilità di dar luogo ad una intensa sovraregolazione momentanea, che accelera notevolmente la rapidità della regolazione in senso favorevole alla stabilità, qualità che non ci sembrano offrire in modo altrettanto efficace i sistemi in parola.

I condensatori asincroni, data la loro elevata potenza in regime sottoeccitato, si prestano egregiamente anche a contribuire alla messa in tensione di lunghe linee di trasmissione ad alta tensione. Non ci consta però che si siano messe finora in tensione delle linee coll'impiego esclusivo di macchine asincrone. Necessità di servizio hanno impedito a noi stessi di fare una prova pratica in questo senso in modo assolutamente conclusivo; abbiamo invece potuto servirci e con ottimi risultati di una macchina asincrona controeccitata per limitare la tensione e le sopraelevazioni di tensione di un sistema di trasmissione che soffriva di eccedenza di « eccitazione ».

Vogliamo infine passare all'esame del comportamento di un asincrono funzionante su una lunga linea di trasmissione ad altissima tensione, che rappresenta per la macchina una capacità di valore costante. Ci serviremo a questo scopo di un procedimento grafico derivato da quello descritto per le macchine sincrone e tracciato a fig. 3.

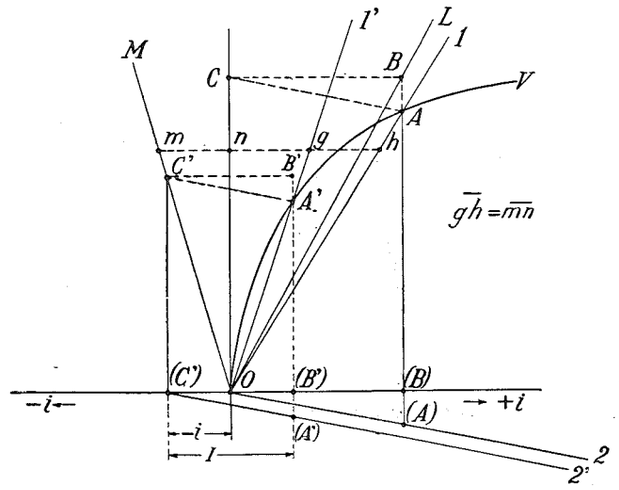


Fig. 121. — Funzionamento di un condensatore-reattore asincrono su una linea a vuoto in regime controeccitato.

Sia *V* la caratteristica a vuoto dell'asincrono (fig. 121), *L* quella della linea e 2 quella della tensione di reattanza della macchina. La caratteristica della parte di tensione di linea che si oppone alla f.e.m. dell'asincrono sarà data dalla retta 1 (tensione ai morsetti diminuita dalla tensione di reattanza).

Se l'asincrono non è eccitato ($i = 0$), esso si autoecciterà dal lato dello statore e la sua tensione ai morsetti si porterà al valore $\overline{A\,(A)}$, che sarà generalmente assai elevato in causa della esigua potenza reattiva propria assorbita dall'asincrono.

Non sono rari nell'esercizio i casi in cui macchine asincrone, prive di eccitazione rotorica, funzionanti su lunghe linee, si siano autoeccitate a tensioni elevatissime, pericolose per la sicurezza dell'impianto stesso [26].

Prove pratiche da noi eseguite confermano pienamente che gli asincroni comuni possono essere fonti di sopraelevazioni di tensione perniciosissime per l'impianto, quando essi per una causa o l'altra rimangano in servizio da soli su linee o sistemi ad alta tensione funzionanti a vuoto, se non si provvede a munirli di opportuni apparecchi di protezione, relais di sovratensione, (d'uso ancora più indispensabile per queste macchine che per i sincroni), che in eventualità di questo genere gli stacchino automaticamente dalla linea.

Se invece si provvede a controeccitare convenientemente l'asincrono si potrà ridurne la tensione ai morsetti al valore desiderato, premesso naturalmente che le caratteristiche della macchina permettano di farlo.

Sia *M* la caratteristica della corrente di controeccitazione dell'asincrono, corrente che, come abbiamo visto, è direttamente proporzionale alla tensione ai morsetti. La risultante della caratteristica 1 (eccitazione statorica) e della *M* (eccitazione rotorica) sarà data dalla retta 1', che taglia la caratteristica a vuoto *V* nel punto *A'*. La tensione ai morsetti si ridurrà perciò al valore $\overline{A'\,(A')}$ inferiore a quello $\overline{A\,(A)}$ di prima. Poichè l'asincrono funziona in regime sottoeccitato, il valore della corrente statorica *I* sarà maggiore di quello della corrente rotorica *i*. A questo proposito conviene tener presente sempre la relazione fra il valore effettivo della corrente statorica e quello della corrente rotorica dato dalla relazione $I = \alpha\, i$.

La costruzione del grafico risulta evidente dalla fig. 121 e da quanto abbiamo esposto per la costruzione analoga per i sincroni.

Se la linea (caratteristica *L*) assorbe una potenza capacitiva limitata in confronto alla potenza induttiva propria ($i = 0$) dell'asincrono (fig.122), per portare la macchina ad una data tensione, per es. alla

[26] Cfr. p. es. GUASTALLA - L'eccitazione di macchine asincrone mediante capacità di lunghe linee di trasmissione - En. El., vol. III, fasc. V, 1926.

tensione $\overline{A'(A')}$ occorrerà non più controeccitarla, ma eccitarla in senso positivo con una corrente $i = \overline{O(C')}$, registrando il regolatore di campo in modo da ottenere la caratteristica M della corrente di eccitazione.

Un asincrono eccitato può inoltre funzionare anche su un circuito puramente induttivo e mantenere la tensione.

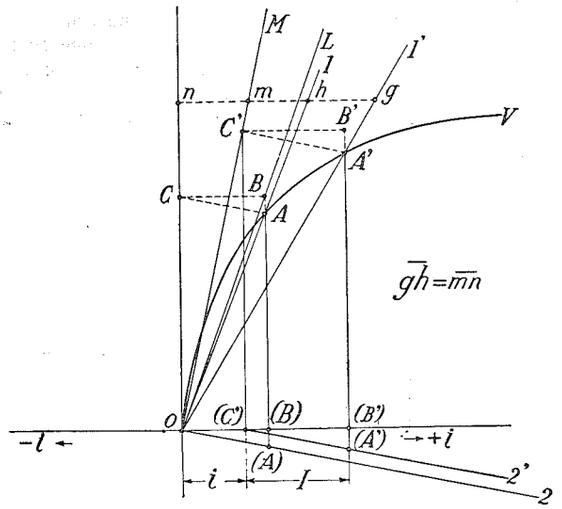


Fig. 122. — Funzionamento di un condensatore-reattore asincrono su una linea a vuoto in regime eccitato.

A fig. 123 è stata riprodotta la costruzione grafica del diagramma per un asincrono che alimenta una reattanza di valore costante. La caratteristica di questa reattanza è data dalla retta L, quella della parte della tensione agli estremi della reattanza che si oppone alla f.e.m. dell'asincrono dalla retta 1, se la caratteristica della tensione di reattanza dell'asincrono è raffigurata dalla retta 2. Per eccitare l'asincrono alla tensione $\overline{A'(A')} = \overline{C'(C')}$, occorre alimentarne il rotore con una corrente $i = \overline{O(C')}$ e registrare il regolatore di campo in modo da ottenere la caratteristica M della corrente di eccitazione. La costruzione va fatta sulla falsariga della precedente.

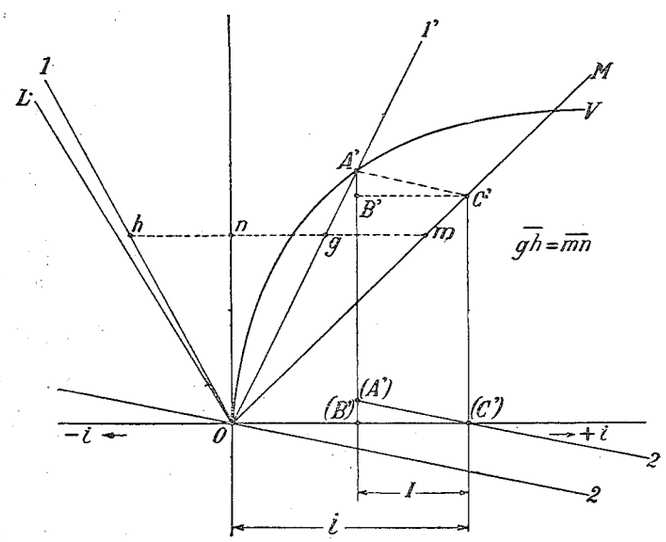


Fig. 123. — Funzionamento di un condensatore-reattore asincrono su una reattanza di valore costante.

Siccome l'asincrono funziona in questo caso in regime sovraeccitato, il valore della corrente rotorica i è superiore a quello della corrente statorica I.

Nelle tre ultime figure sono stati tracciati anche i triangoli di Potier per facilitare la spiegazione della costruzione dei diagrammi.

Ora sorge spontanea la domanda: Sono adatti gli asincroni a mantenere da sè soli la tensione di una rete, come le conclusioni a cui siamo giunti ci autorizzerebbero a dedurre?

La risposta non può essere che affermativa e l'esperienza e la pratica confermano questo fatto. Gli asincroni con eccitazione in derivazione hanno però, come si è visto lo svantaggio di non contrastare, presi di per se stessi, sufficientemente le variazioni di tensione della rete, ma tendono piuttosto a magnificarle.

Se per es. allacciamo alternativamente un asincrono e poi un sincrono, previsti per le medesime caratteristiche, ad una data reattanza e alteriamo quindi il valore di quest'ultima, dopo aver portato le macchine alla medesima tensione, la variazione di tensione che avrà luogo con l'asincrono sarà maggiore. Questo effetto è dovuto alla caratteristica in derivazione e all'elevato valore della reazione di indotto dell'asincrono.

Se si vuole mantenere costante la tensione per mezzo di un regolatore automatico bisognerà quindi che esso compia un maggiore lavoro per l'asincrono che per il sincrono.

Meno chiaro invece appare il fatto che una macchina asincrona provvista di eccitatrice possa da sè sola mantenere praticamente costante la frequenza. Essa non è infatti legata al sincronismo e nessun vincolo nella macchina stessa e in tutto il suo sistema di eccitazione esiste apparentemente, perchè la macchina asincrona imponga alla rete una frequenza ben determinata e precisamente press'a poco quella a cui è vincolata funzionando in parallelo con una macchina sincrona.

Teoria e esperimento dimostrano però che un alternatore asincrono eccitato è in grado di mantenere praticamente, da sè solo senza l'ausilio di macchine sincrone, una frequenza propria, di valore prossimo a quella sincrona, nella rete a cui è allacciato, quando il valore della impedenza totale del suo circuito di eccitazione misurato al primario del trasformatore che alimenta questo circuito e quindi ai morsetti dell'asincrono, sia sufficientemente basso. Questo si verifica nella maggior parte dei casi per gli asincroni di media e forte potenza, costruiti per tensioni elevate ai morsetti.

Abbiamo fatto noi stessi un tentativo per verificare sperimentalmente questa curiosa proprietà e siamo giunti a risultati abbastanza convincenti.

Ci siamo serviti di un asincrono di circa 8000 kVA a 10.000 V, eccitato da una macchina a collettore ad eccitazione statorica, destinato però ad altri scopi. Abbiamo allacciato l'asincrono, comandato a velocità costante, ad una rete poco estesa, della quale non faceva parte nessuna macchina sincrona, alimentata però contemporaneamente da un alternatore sincrono.

Non essendo l'asincrono a nostra disposizione provvisto di regolazione automatica di tensione, non ci siamo sentiti in animo di staccare senz'altro l'alternatore sincrono nel timore di incorrere in variazioni di tensione di valore eccessivo. Ci limitammo perciò a chiudere completamente l'apertura della turbina di comando dell'alternatore sincrono, facendolo marciare da motore a vuoto e ne portammo a zero l'eccitazione.

Scopo del suo impiego era quello di funzionare da bobina di selfinduzione, costringendo l'asincrono a fornire una potenza reattiva maggiore, e di opporsi automaticamente, in virtù delle proprie caratteristiche autoregolatrici, a variazioni di tensione.

Quantunque la macchina asincrona fosse costruita per servire ad altro impiego e quindi la sua eccitratrice fosse provvista di avvolgimenti che avrebbero potuto opporsi ad una azione stabilizzante sulla frequenza, questa rimase pressochè invariata e segnò solo delle oscillazioni insignificanti.

La dimostrazione pratica della capacità di un alternatore asincrono di mantenere e imprimere da sè solo una frequenza propria alla rete che esso alimenta ci sembra con ciò raggiunta, dato che l'alternatore sincrono era trascinato e poteva essere considerato non come una macchina che manteneva la frequenza, ma bensì come una massa rotante qualunque che concorreva ad aumentare il momento d'inerzia del rotore dell'asincrono.

Non ci consta però che di questa proprietà degli alternatori asincroni sia stata fatta sinora una applicazione pratica, se si vuol prescindere da una installazione di prova di un alternatore asincrono di 230 kVA.

Altra particolarità degli asincroni, alla quale non abbiamo ancora accennato e che fummo in grado di constatare praticamente, è quella di essere provvisti di una inerzia magnetica notevolmente più ridotta dell'inerzia di sincroni equivalenti e di rispondere perciò con grande prontezza al controllo dato dal regolatore di campo. Questa proprietà, se da un lato può ritenersi favorevole per la rapidità della regolazione della tensione nel caso di applicazione di apparecchi automatici, è d'altro lato nociva alla stabilità di tutto un sistema, la quale viene generalmente favorita dal valore elevato dell'inerzia magnetica delle macchine.

IV. - TENTATIVO DI RAFFRONTO FRA SINCRONI E ASINCRONI, IN MODO PARTICOLARE PER QUELLO CHE RIGUARDA I CONDENSATORI-REATTORI.

La nostra analisi non ha la pretesa di essere completa. Essa è stata estesa in maniera speciale alle macchine sincrone, che sono d'uso di gran lunga più comune. Scopo della nostra esposizione relativa alle macchine asincrone è stato precipuamente quello di rendere attento

il mondo tecnico italiano sui condensatori-reattori asincroni, di mettere in evidenza le loro proprietà più caratteristiche, quelle che più nettamente ne fanno differire il comportamento dalle macchine sincrone e che pensiamo possano avere interesse per l'ingegnere d'esercizio.

Ci mancano però alcuni elementi che potrebbero dare maggior peso al nostro giudizio e condurci a conclusioni più definitive.

Di questi il più importante è l'esperienza, che sola può dare una sanzione pratica ad un'applicazione tecnica. In Italia non si trovano in servizio condensatori asincroni e a noi stessi manca una vera e propria esperienza su questo genere di macchine. Abbiamo avuto bensì per poco tempo una macchina asincrona in servizio provvisorio di condensatore-reattore rotante, ma si trattava più di un caso d'eccezione che altro, avendo la macchina funzionato sempre in regime fortemente sottoeccitato e quindi in condizioni particolarmente favorevoli a una azione stabilizzante sull'esercizio.

Non sarebbe quindi equo da parte nostra, fatta astrazione dell'impossibilità materiale in cui ci troviamo di farlo, di voler dare dei giudizi più o meno categorici su queste macchine basandoci unicamente su quanto abbiamo visto in impianti esteri, sulle notizie che ci è stato dato di raccogliere e sulle pubblicazioni tecniche, numerose bensì, ma rispecchianti più o meno il giudizio di costruttori e non di ingegneri di esercizio.

Altro elemento, e d'importanza non trascurabile, è costituito dalla diffusione relativamente ristretta degli asincroni, se comparata a quella dei sincroni. Sotto questo aspetto il tecnico deve deplorare che lo sviluppo industriale dei condensatori asincroni sia sorto decisamente troppo in ritardo rispetto a quello dei sincroni e che se ne sia iniziata l'applicazione solo in un'epoca in cui i sincroni si erano ormai imposti da molti anni e il loro impiego era già universalmente diffuso.

Il tecnico è di sua natura conservatore, e di questo non gli si può dare certamente torto; diffida perciò delle innovazioni e preferisce di attenersi ai risultati della propria esperienza piuttosto che di correre un'alea qualunque col mettere in opera del macchinario nuovo per lui e il suo servizio, di caratteristiche diverse da quello che ha già in funzione e di cui egli deve ritenersi soddisfatto. A meno, ben s'intende, che i vantaggi tecnici ed economici che egli spera di ricavare dal nuovo tipo di macchina non siano tali e tanti da garantirgli a priori in modo quasi assoluto un compenso del rischio che corre.

E forse uno dei tanti motivi che può acuire questo senso naturale di diffidenza nei riguardi dei condensatori asincroni sono proprio le minuziose misure di cautela che le Case costruttrici adottano per assicurare che le operazioni di messa in marcia di queste macchine avvengano sempre nell'ordine preciso che loro compete, per evitare la possibilità di false manovre, con un largo impiego di blocchi e relais più o meno complessi e delicati.

Il personale, e specialmente il nostro, è invece abituato da anni a compiere senza nessuna preoccupazione e svariate volte al giorno delle operazioni altrettanto delicate e complesse quando mette in marcia e in fase delle macchine sincrone. Ciò nonostante queste operazioni non danno luogo a errori di manovra, benchè il tecnico non sia ricorso nel maggior numero dei casi all'uso di blocchi o relais di sicurezza di nessun genere.

Sarebbe certo assai interessante e curioso di sapere in che maniera le medesime Case costruttrici si sarebbero comportate per es., nei riguardi delle operazioni di parallelo di macchine sincrone, se lo sviluppo delle macchine a corrente alternata si fosse svolto nell'ordine inverso e cioè se si fossero sempre costruite e impiegate macchine asincrone e solo in questi ultimi anni fosse stata iniziata la costruzione e l'impiego industriale delle sincrone.

Quale peso abbiano del resto sullo sviluppo di nuove macchine, non ancora o insufficientemente applicate in servizio, la pratica giornaliera e i criteri generalmente adottati si può vedere facilmente ad esempio in America dove, al contrario di quanto si fa da noi, si impiegano delle macchine sincrone anche in applicazioni dove il loro uso sembrerebbe, se non paradossale, assolutamente fuori di posto. Infatti, tanto per citare un esempio, motori sincroni di potenze unitarie di parecchie migliaia di cavalli per comando di laminatoi costituiscono in America un'applicazione comune.

Ma gli americani non si fermano qui. Tendono ad estendere l'uso dei motori sincroni perfino al comando di macchine a velocità variabile (ventilatori, ecc.) e per far questo non esitano a ricorrere a considerevoli complicazioni costruttive provvedendo i motori di statore girevole, pure di evitare l'impiego di motori asincroni con macchine trifasi a collettore in cascata. Essi riescono in tale maniera a sostituire a queste macchine delle macchine a corrente continua a velocità regolabile, di costruzione corrente.

Soluzioni simili furono tentate in Europa una decina d'anni fa, ma la loro applicazione non sembra avere avuto fortuna.

Sui pregi e difetti dei condensatori asincroni e in genere delle macchine asincrone, in confronto di quelle sincrone si è discusso molto a lungo fra gli esponenti delle Case costruttrici tedesche. La discussione, molto minuziosa, ha anche trattato particolari che possono bensì interessare il costruttore, ma che sarebbe superfluo ripetere in una memoria come questa per la esigua importanza che possono avere per il tecnico d'esercizio.

I punti principali di raffronto, che hanno secondo noi importanza capitale, ci sembrano essere i seguenti:

1) *Costo.* — Il costo di un asincrono, compresa eccitatrice e apparecchiatura, sembra essere stato finora, astrazione fatta dai casi speciali citati in seguito, superiore a quello di un sincrono equivalente. Influisce anche sul costo la minore diffusione degli asincroni e quindi la impossibilità di costruirli in modelli normalizzati.

2) *Eccitazione.* — Le eccitatrici trifasi sono generalmente di costruzione più complessa e di servizio più delicato di quelle a corrente continua. Al di sopra di una certa potenza dell'asincrono, a seconda del sistema d'avviamento, il loro collettore può assumere dimensioni sproporzionate, paragonabili a quelle di macchine per elettrolisi; richiede perciò una superficie utile delle spazzole che è un multiplo di quella di eccitatrici a corrente continua per sincroni equivalenti. In casi di questo genere, in causa della forte corrente d'indotto, del basso valore della tensione di eccitazione, della resistenza variabile di contatto delle spazzole delle eccitatrici possono anche prodursi degli inconvenienti di servizio, se la manutenzione del collettore, delle spazzole, la qualità di queste, ecc., non è sufficientemente curata.

Per elevate potenze di eccitazione sono preferibili indiscutibilmente macchine a collettore a eccitazione statorica. Esse, se ben costruite e proporzionate, assicurano una commutazione altrettanto perfetta di quella delle macchine a corrente continua.

3) *Avviamento.* — La proprietà o meglio necessità che ha il circuito rotorico di un asincrono a contribuire all'avviamento della macchina asincrona è nello stesso tempo un pregio e un difetto di questa. Pregio, che non va però sopravalutato, per le piccole e medie potenze, difetto per quelle elevate, come è dimostrato dal fatto che si cerca o di servirsi in misura ridotta o di non servirsi del tutto di questa proprietà, per poter avere le mani più libere nella costruzione del rotore e della eccitatrice.

Per piccole potenze l'avviamento di un asincrono è indubbiamente più semplice di quello di un sincrono, per medie potenze può esserlo forse se si ricorre a qualche compromesso, mentre per potenze elevate si può ritenere generalmente più complesso.

4) *Perdite.* — Il valore delle perdite ha per la scelta di un condensatore-reattore, dato l'elevato numero di ore di utilizzazione e il valore medio del carico di funzionamento, importanza capitale. La provvista di un condensatore-reattore è forse nella tecnica il caso più tipicamente caratteristico in cui ragioni di costo d'acquisto vadano subordinate a ragioni di rendimento elevato.

Molto si è discusso negli ambienti tecnici sui pregi che possono offrire gli asincroni sotto gli aspetti di un migliore rendimento rispetto ai sincroni.

Sembrerebbe accertato che, mentre gli asincroni hanno in genere maggiori perdite dei sincroni equivalenti, possono a questo riguardo avvantaggiarsi notevolmente su questi ultimi nei casi in cui alle macchine è richiesta una elevata potenza in regime sottoeccitato. E la ragione ci sembra evidente da quanto abbiamo già esposto.

5) *Altre proprietà.* — A netto favore dell'asincrono rimane la stabilità propria di funzionamento di gran lunga superiore, la grande insensibilità a sbalzi repentini di frequenza e di tensione e in primo luogo la possibilità di elevare mediante semplice controeccitazione la sua potenza massima in regime sottoeccitato al di sopra di quella massima in regime sovraeccitato.

Non è escluso che l'ultima proprietà ne renda per questi casi il costo comparabile con quello un sincrono equivalente.

A sfavore dell'asincrono in derivazione (asincrono eccitato comune), impiegato per grandi sistemi di produzione e trasmissione di energia sta la sua deficiente azione stabilizzante sul sistema stesso, azione che si può però eliminare e invertire modificando convenientemente il suo sistema di eccitazione.

Un particolare costruttivo che può rendere gli asincroni di servizio più delicato è l'esiguità del loro traferro che importa solo una frazione $(1/5 \div 1/8)$ di quello di sincroni equivalenti.

Sembrerebbe in conclusione arduo poter decidere a priori se gli indubbi vantaggi che gli asincroni offrono siano di valore tale da compensare i loro inconvenienti.

Un giudizio più completo potrebbe darsi se si disponesse in maggiore copia di risultati d'esperienza sul loro funzionamento e specialmente se si potesse controllarne il comportamento in una rete provvista esclusivamente di macchine asincrone.

L'uso di alternatori asincroni appare conveniente in certi casi per centrali automatiche o comandate a distanza.

Un largo campo d'applicazione delle macchine asincrone eccitate è per contro quello dei motori asincroni di media e grande potenza a velocità costante e particolarmente a velocità variabile, dove l'uso di eccitatrici a corrente trifase si rende indispensabile, e così pure quello dei convertitori di frequenza a rapporto variabile.

Chiudendo questa memoria noi non possiamo che augurarci che l'esperienza degli anni futuri metta anche gli ingegneri d'esercizio in grado di sperimentare maggiormente queste macchine nei loro impianti e dare il loro giudizio sulla interessante categoria degli asincroni.

E' nostro dovere di ringraziare le Case costruttrici A. E. G., B. B. C. e S.S. W. e i loro tecnici, che ci furono larghi di dati e chiarimenti sugli asincroni e ci diedero modo di visitare parecchi impianti in funzione.

Un particolare ringraziamento vada al Prof. Seiz, con cui ebbimo occasione di intrattenerci a parecchie riprese su argomenti affini, che, mettendo cortesemente a nostra disposizione la sua alta e indiscussa competenza in questo complesso ramo della tecnica, contribuì non poco a rendercelo più familiare.

SUI FENOMENI DI APERTURA NEGLI INTERRUTTORI IN OLIO

L. MAGRINI

L'Autore fa alcuni rilievi sulle considerazioni teoriche e sui risultati sperimentali esposti da W. M. Leeds in un articolo del marzo 1931 *di «The Electric Journal».*

Combatte il modo con cui è spiegato il fenomeno dell'arco nell'olio, insistendo sulla necessità di tener conto del valore istantaneo della corrente al momento dell'apertura. Sui fenomeni di pressione fa rilevare l'identità delle considerazioni del Leeds con quelle enunciate da lui nel 1925, *anche sul modo di spiegare il sobbalzo dell'apparecchio. Deduce la inconsistenza della teoria del pistone d'olio, e dimostra che la bolla che circonda l'arco è una miscela di gas d'olio, di olio e di vapor d'olio.*

Nel n. 7 del Bollettino Tecnico Magrini, luglio 1931, è riportato un articolo di W. M. Leeds, tolto dal numero di marzo 1931 del «The Electric Journal», edito dalla Westinghouse: *I fenomeni di pressione nel funzionamento degli interruttori in olio.* (1)

Non mi è parso inutile fare alcuni rilievi sulle considerazioni teoriche, e sui risultati sperimentali molto interessanti, esposti nell'articolo.

Riportiamo, stralciando mano mano, quei paragrafi che si riferiscono al nostro tema, rimandando al Bollettino Magrini chi desiderasse conoscere la intera esposizione.

1. - Considerazioni tecniche sulla formazione dell'arco.

Il Leeds premette in forma piana, il modo con cui *un interruttore taglia un arco a corrente alternata,* per poi entrare nell'argomento principale.

Comincio il commento da queste premesse, con cui sono in completo disaccordo.

Il Leeds dice:

Quando i contatti di un interruttore in olio vengono separati, si produce un arco in una certa massa dell'olio isolante. L'alta temperatura dell'arco produce una considerevole quantità di gas, formati dalla vaporizzazione e decomposizione dell'olio, come anche dalla vaporizzazione di una certa quantità del materiale che forma i contatti.

Il valore istantaneo della corrente alternata scende a zero alla fine di ogni mezzo periodo: e per potersi mantenere, l'arco deve riaccendersi attraverso l'intervallo che si forma fra i contatti.

Il valore che deve avere la tensione di riaccensione dipende dalle condizioni del mezzo gassoso, la cui resistenza dielettrica si riaccresce rapidamente colla ricombinazione degli ioni, e col diffondersi nell'ambiente dell'arco di gas e vapori freschi non ionizzati.

In un circuito altamente reattivo, come si verifica generalmente nelle condizioni di corto circuito, la tensione generata è vicina al suo valore massimo, quando l'onda di corrente passa per lo zero. *Se questa piena tensione apparisse tra i contatti istantaneamente, l'arco si riaccenderebbe subito.*

Tuttavia, in ogni circuito pratico, la presenza di capacità distribuita sulla linea di trasmissione, e nei connessi equipaggiamenti, ha l'effetto di ritardare l'aumento della tensione di un intervallo di tempo eguale o maggiore di un quarto del periodo naturale di oscillazione del circuito.

Se quindi la rapidità con cui si ricostituisce la resistenza dielettrica del medio ionizzato che si trova fra i contatti, è sufficiente perchè la tensione richiesta dalla riaccensione sia sempre maggiore della tensione che può risorgere, l'arco non si potrà riaccendere, e il circuito risulterà interrotto.

Questa condizione può non verificarsi per parecchi periodi, dopo il qual tempo la distanza di scatto è andata crescendo fino ad una lunghezza alla quale la *tensione di ritorno* non è sufficiente per la riaccensione dell'arco.

Trattandosi di un arco a corrente alternata la prima frase va modificata come segue:

«Quando i contatti di un interruttore in olio vengono separati — *in un momento in cui il valore della corrente non è esattamente zero* — si produce un arco in una massa d'olio».

Infatti è ammesso che se la separazione dei contatti avvenisse esattamente nell'istante in cui l'*onda naturale* della corrente, preesistente alla apertura, passa per lo zero, *l'arco non si formerebbe,* anche a $\cos\varphi = 0$, cioè proprio quando la tensione indotta è al suo valor massimo.

Riporto a questo proposito, per maggior precisazione, un paragrafo del Rüdenberg (2), ed uno dello Slepian (3).

Dice il Rüdenberg:

«Se si riuscisse a predisporre l'interruttore con tale precisione che esso interrompesse il circuito nel momento del passaggio naturale della corrente per lo zero, il circuito resterebbe da quel momento senza corrente, e non interverrebbero sopratensioni di qualunque natura, o fenomeni di riscaldamento nel punto di interruzione».

Dice lo Slepian:

L'analisi che Mr Princés ha fatto sul modo in cui un arco può venir estinto, mi richiama alla mente un aforisma, che io scriveva in una delle mie precedenti memorie, e che ora dovrei anche maggiormente estendere. Io diceva che l'arco nell'interruttore in olio, non è semplicemente una cosa dannosa, ma ha una parte veramente necessaria ed utile nell'interrompere un circuito.

La tendenza generale è stata di considerare l'arco come completamente indesiderabile, da eliminarsi, se fosse possibile.

Ma in quella memoria io diceva che se l'arco non fosse apparso spontaneamente, avremmo dovuto inventarlo noi, o sostituirlo con qualche cosa che avesse le stesse funzioni.

Vi sono due vie nelle quali l'arco può esercitare le sue funzioni: una di esse può essere meglio illustrata riferendosi ad un circuito a corrente continua.

Supponiamo che fosse possibile di aprire i contatti di un circuito a corrente continua senza arco: ci darebbe ciò un risultato soddisfacente?

Come ingegneri elettrotecnici noi conosciamo la legge di Faraday, dell'induzione elettromagnetica, e la adoperiamo per generare tensione e corrente nei nostri circuiti.

Quantunque, durante un corto circuito, noi cambiamo il nostro modo di vedere sulla desiderabilità che si generi una potenza elettrica in quel momento particolare, noi non possiamo aspettarci che la legge di Faraday sull'induzione elettromagnetica abroghi sè stessa per nostra convenienza, e che riprenda il suo potere solo dopo il corto circuito, ma dobbiamo aspettarci che essa operi anche durante il corto circuito.

Quindi noi sappiamo che se fosse possibile aprire un circuito di corrente continua, istantaneamente, senza un arco, l'istantaneo collasso del campo magnetico, collegato alla corrente di corto circuito, indurrebbe tensioni così elevate, che distruggerebbero certamente le nostre macchine. Tenendo in mente la legge di Faraday, noi desideriamo interrompere il corto circuito rapidamente, ma non con tanta rapidità da generare tensioni pericolose.

Quindi *questa è la funzione dell'arco nel circuito a corrente continua.* In un ben disegnato interruttore esso *apre il circuito non troppo rapidamente,* ma con rapidità sufficiente per essere sicuro.

La funzione dell'arco nell'interruttore a corrente continua, è quella di dissipare in modo sicuro ed inoffensivo l'energia magnetica immagazzinata nel circuito che porta la corrente.

Nel circuito a corrente alternata, appare possibile di evitare l'imbarazzo che proviene dalla legge di Faraday, perchè *due volte per ciclo, vi sono momenti di corrente zero, e in questi momenti di corrente nulla, non v'è energia magnetica immagazzinata sul circuito.*

Quindi se fosse possibile di aprire il circuito in quel momento, la legge di Faraday non sarebbe coinvolta, perchè non vi sarebbe campo magnetico capace di indurre tensione.

Se posse possibile costruire un interruttore in cui la separazione dei contatti fosse così tempestiva da coincidere o essere sincrona collo zero della corrente, non vi sarebbe arco, e l'arco non sarebbe necessario.

Ma considerate quale difficoltà si avrebbe a costruire un interruttore con questa facoltà di aprire i contatti in sincronismo.

. . . . . ,

. . . . . ,

Ora l'arco ci solleva da queste grandissime difficoltà del problema meccanico

Coll'arco nell'interruttore non è necessario di sincronizzare l'apertura dei contatti.

I contatti possono separarsi quando vogliono, perchè l'arco permette alla corrente di continuare a fluire.

Quindi, se l'interruttore è ben disegnato, ad un dato momento, in cui la corrente è zero, l'arco stesso si tramuta da buon conduttore a buon isolante, ed il circuito è interrotto.

Così l'arco, che si forma spontaneamente, assume questa funzione di sincronizzazione, che non sarebbe possibile ottenere meccanicamente.

Nell'interruttore a c. a. noi possiamo scegliere quale delle due funzioni sia meglio accentuare.

Naturalmente è meglio far uso dell'azione sincronizzante, piuttosto che di quella di dissipare energia, in quanto è meglio avere la minima quantità di energia da dissipare.

Vi sono parecchie vie per migliorare la funzione sincronizzante dell'arco, in altre parole di render più efficace la tendenza dell'arco di cambiarsi in un isolante a corrente zero. Talune vie naturalmente sono migliori delle altre.

Tutte le vie pratiche, sviluppate finora, aumentano anche l'energia dissipata nel periodo dell'arco.

Ciò è spiacevole, ma appare come il necessario prezzo che si deve pagare.

Per creare il mezzo deionizzante nell'ambiente dell'arco, quando la corrente è zero, coi mezzi di cui oggi disponiamo, è necessario di impiegarli con un anticipo di un certo tempo.

E poichè c'è questo tempo di anticipo, si aumenta la quota di dissipazione dell'energia nell'arco.

Fin qui lo Slepian.

Dunque *l'arco si accende solo quando esiste energia magnetica immagazzinata nel circuito,* ed è questa energia che *ionizza lo spazio, lo rende conducente, e permette alla corrente di fluire come in un conduttore.*

Vien fatto subito, per un nesso logico, di chiedersi perchè questa singolare proprietà di non permettere la formazione dell'arco, valga solo per il primo zero, e perchè d'altra parte, quando il distacco avviene a valori di corrente diversi dallo zero, e l'arco si forma, è indifferente, per il suo sviluppo, che il valor istantaneo sia estremamente vicino allo zero, o si trovi al suo valor massimo.

Non parebbe più naturale, dal momento che si ammette che l'arco non si accende in quel primo zero perchè l'energia magnetica immaganizzata è zero, pensare che il processo di accensione, nel senso di esser più o meno cospicuo, e di durare più o meno a lungo, debba dipendere dalla quantità di energia magnetica immagazzinata nel circuito al momento del distacco, e quindi dal *valor istantaneo che ha la corrente in quel momento?*

Continuando nel commento all'articolo del Leeds, ciò che segue va bene anche per me fino alla frase:

« *Il valor istantaneo della corrente scende a zero alla fine di ogni semiperiodo* ».

Qui bisogna fare una netta distinzione fra corrente *prima dell'apertura,* e quella *che circola dopo,* che è tutt'altra cosa.

Prima, e nell'istante del distacco, la corrente di corto circuito segue la sua onda naturale: nei successivi passaggi per lo zero, la corrente non ha più lo stesso andamento sinusoidale *simmetrico,* ma appare deformata, e precisamente in modo da rallentare la sua variazione dopo lo zero, e da precipitare allo zero nel quarto d'onda successivo.

Si deve quindi immaginare sovrapposta una corrente transitoria (vedi Rüdenberg già citato) che produce questa distorsione: questa corrente è sfasata di 90° sulla tensione d'arco, e rappresenta realmente dell'energia immagazzinata consumata nel fenomeno di ionizzazione.

Torniamo d'accordo fino al periodo:

« In un circuito altamente reattivo, come si ha generalmente nelle condizioni di c. c., la *tensione generata* è vicina al suo valor massimo, quando l'onda di corrente passa per lo zero.

Qui io faccio un'altra osservazione di principio.

Si parla di tensione generata, cioè mandata dal *generatore.* Io dico, prima di tutto che la tensione di cui si tratta non è data dal generatore: ma è indotta dalla variazione naturale della corrente con cui è in quadratura; e *nel loro insieme tensione e corrente sono gli indici dell'energia immagazzinata nel circuito.*

Il generatore dà la *tensione in fase,* necessaria a superare le resistenze, e le forze controelettromotrici, ed il circuito reagisce colla risultante di queste due, che è ciò che costituisce la tensione applicata: perciò questa ha sempre una componente eguale ed opposta alla reattiva.

Ma poi quella che si chiama *tensione di riaccensione,* e che meglio si dovrebbe chiamare *tensione che mantiene l'arco acceso,* non è nemmeno la indotta dalla variazione naturale della corrente, poichè, se così fosse, l'arco si accenderebbe anche se i contatti si aprissero allo zero della corrente: infatti in quel momento la tensione indotta è al suo valor massimo, e la distanza fra i contatti al valor minimo.

Ciò che impedisce all'arco di spegnersi, e che quindi mantiene conducente la via, è *la tensione indotta dalla brusca deviazione della corrente dal suo andamento naturale,* ogni qualvolta il sistema delle costanti del circuito, capacità, self, resistenza viene a cambiar di valore.

Di conseguenza non si può nemmeno dire, come afferma il Leeds:

« *Se questa tensione apparisse fra i contatti istantaneamente l'arco si riaccenderebbe subito* ».

Supponiamo raggiunta la corrente di corto circuito permanente, e che i contatti si separino nell'esatto momento di corrente zero; la piena tensione, che meglio si dovrebbe dire *stato di tensione dell'ambiente,* esiste già in atto, e apparirebbe necessariamente nell'istante stesso in cui le catene elettrostatiche si rompono, creando fra gli estremi del tratto aperto il nuovo campo: l'arco si dovrebbe accendere. Ma in questo stesso momento la tensione in fase è zero, e la tensione applicata è eguale ed opposta alla reattiva e la compensa interamente.

Nel caso in cui il movimento del contatto mobile sia così lento, o venga fermato in un punto in cui la distanza da quello fisso può esser superata dalla tensione della macchina, che si trova a circuito aperto, per il sorvenuto distacco dei contatti senza arco, l'arco si può riaccendere, ripristinando il corto circuito.

Ma allora la tensione reattiva non compensa più quella applicata, e la tensione indotta dal generatore diviene efficiente.

Il resto va bene anche nel mio modo di vedere, perchè la tensione che mantiene l'arco acceso è veramente indotta dalla distorsione della corrente, e quindi questo processo è influenzato dalle costanti del circuito.

Ma è meglio non introdurre l'effetto delle costanti della conduttura, perchè il corto circuito può essere fatto anche ai poli del generatore: anzi tutte le prove sono fatte in queste condizioni.

Ma ciò che mi preme di metter in rilievo è che seguendo le considerazioni del Leeds, che sono anche quelle generalmente accettate, manca ogni possibilità di prevedere la lunghezza che avrà l'arco, e quindi la sua durata, all'atto del definitivo spegnimento: ed è proprio la lunghezza d'arco il *dato fondamentale necessario per disegnare l'interruttore.*

Infatti si ragiona su elementi e condizioni tutte ignote in ogni momento del fenomeno, cioè su qualche cosa di indefinito e di inafferabile.

Se invece teniamo presente che per rompere un isolante di determinata coibenza, in un tempo prestabilito, e sotto una data tensione, occorre dell'energia, e che durante il processo di interruzione è disponibile l'energia magnetica immagazzinata nel circuito al momento dell'apertura, zero se la corrente è zero, massima se la corrente passa per il valor massimo, il problema ha una soluzione definita.

Va notato che se dopo l'apertura la corrente risale a valori vicini al massimo di quella di corto circuito non si deve pensare che il circuito sia stato rifornito di energia magnetica immagazzinata, che ne riporti il valore al suo massimo. A seconda del momento della curva di corrente (ci riferiamo sempre alla corrente di c. c. permanente) a cui avviene il distacco dei contatti, la posizione relativa di rotore e statore cambia in modo brusco, modificando profondamente le reazioni fra i campi, e facendo cadere la componente reattiva tanto più quanto più prossimo allo zero risulta la corrente all'apertura.

Allo zero esatto, la tensione reattiva si annulla, perchè dalla condizione di corto circuito chiuso su resistenza zero, si passa a circuito aperto con resistenza infinita.

Quando i contatti si staccano ad un valore finito della corrente di c.c., si ha una certa quantità di energia reattiva, capace, colle sue prestazioni, di mantenere l'arco acceso per una certa lunghezza, in modo affatto indipendente dai passaggi successivi della corrente d'arco per lo zero.

Ogni tipo di arco richiede (e ciò si può sperimentalmente stabilire) una certa quantità media di energia per unità di lunghezza, e per unità di corrente.

L'arco si spegne quando l'energia residua è minore del numero di joule necessario a rompere l'isolante, nel suo stato medio di coibenza, su una certa lunghezza, e per una corrente che sia quella misurata subito prima della rottura.

A pari energia disponibile in partenza, ed a pari corrente di apertura, l'arco è tanto più corto quanto più l'ambiente richiede un maggior tasso di energia per unità di lunghezza: cioè quanto più esso risulta deionizzato, od anche quanto più è rapido il processo di deionizzazione, rispetto al valore che in quel tempo può raggiungere la tensione indotta dalla caduta a zero della corrente.

Questa interpretazione del fenomeno della formazione dell'arco è generale. Nei diversi processi di interruzione, ciò che cambia è il modo di render più o meno facile e pronta la deionizzazione dell'ambiente.

Da ciò risulta anche non esser vero che *l'arco si spegne ogni volta che la corrente si annulla.*

L'arco si spegne veramente una volta sola, quando la corrente transitoria di ionizzazione cade a zero, ed il circuito risulta interrotto.

Si deve dire che l'arco tende continuamente a spegnersi, ma è tenuto acceso dalle successive scariche determinate dall'energia reattiva liberata, prima che lo zero sia raggiunto: anzi la fase dello zero dipende appunto dal precedente periodo di ionizzazione.

Il tratto interposto fra i contatti è dunque già ionizzato allo zero di corrente.

Il passaggio per lo zero della *corrente d'arco,* che è in fase colla *tensione d'arco,* la quale passa a sua volta per lo zero nello stesso momento, non ha nessun carattere singolare; è il normale andamento di una pulsazione periodica che percorre un conduttore a resistenza

variabile, come vi passava prima che il corto circuito fosse aperto; salvo che, quando è acceso l'arco, essa corrente risulta deformata dalla corrente transitoria di ionizzazione, che è in quel momento al suo valor massimo.

Ricordiamo qui ciò che dice lo Slepian:

1°) *L'arco permette alla corrente di continuare a fluire.*

2°) *Per creare il mezzo deionizzante nell'ambiente dell'arco, quando la corrente è zero, coi mezzi di cui disponiamo, è necessario di impiegarli con un anticipo di un certo tempo. E poichè c'è questo tempo di anticipo si aumenta la quota di dissipazione dell'energia nell'arco.*

Questo anticipo è precisamente necessario per opporsi all'energia transitoria di ionizzazione.

Durante il processo dell'arco c'è un continuo conflitto tra energie ionizzanti, ed energie deionizzanti. Se quelle superano queste l'arco sta acceso, e la corrente passa per lo zero ancora come in un conduttore; quando queste superano quelle l'ambiente *diviene realmente isolante;* il processo è interrotto. Non si può più dire che la corrente passa per lo zero, ma si deve dire che cade a zero tagliando bruscamente il circuito.

2. - Considerazioni teoriche sulle pressioni che si generano nell'apparecchio.

Dice il Leeds:

La subitanea decomposizione dell'olio sotto l'azione dell'arco produce effetti paragonabili alla detonazione di un esplosivo sotto l'acqua. Prendendo la condizione limite in cui, al primo istante, l'olio agisce come un recipiente rigido, che imprigioni i prodotti gassosi di decomposizione nello spazio prima occupato dall'olio, il calcolo mostra che la pressione iniziale raggiunge valori di parecchie migliaia di atmosfere.

Tuttavia l'olio ha una piccolissima compressibiltà, per cui un impulso di pressione è trasmesso alle pareti del recipiente dell'interruttore come un'onda con una fronte approssimativamente sferica, che si irradia dall'arco che ne è al centro.

Poichè la superficie della sfera cresce coi quadrati dei raggi, l'ampiezza dell'onda di pressione decresce in proporzione inversa al quadrato della distanza dell'arco. Ciò vuol dire che la pressione alle pareti del recipiente è solo una frazione della pressione della bolla gassosa: cosicchè gli sforzi in strutture a piccole dimensioni sono molto più severi che gli sforzi sulle pareti della cassa di interruttori normali.

Durante ogni mezzo periodo di durata dell'arco, sempre maggior volume di gas viene liberato, e la temperatura della bolla gassosa cresce e diminuisce colla variazione d'intensità della corrente dell'arco.

In conseguenza alla crescente onda di pressione si sovrappongono pressioni pulsanti con frequenza doppia di quella di linea: ma le loro ampiezze in corrispondenza delle pareti della cassa sono generalmente troppo piccole per essere registrate.

Sforzi addizionali nell'interruttore sono dovuti alla compressione dell'aria e dei gas nello spazio sopra il livello dell'olio, poichè una massa considerevole d'olio è rapidamente spinta in su dall'espandersi della bolla di gas.

La accensione di una miscela esplosiva di gas e aria nello spazio sopra l'olio, chiamata esplosione secondaria, è stata alcune volte una altra sorgente di pressione negli interruttori. Questa era considerata la causa degli eventi in cui avveniva la distruzione dell'interruttore: ma nelle moderne costruzioni con sfogatoi per i gas, la esplosione secondaria raramente avviene, anche quando l'arco si mantenga oltre il normale punto di interruzione, in seguito ad un processo anormale nello sviluppo dei gas.

In questa parte io mi trovo in massima in accordo col Leeds, e ricorderò più avanti quanto esponeva fin dal 1925, nel *Contributo allo studio del fenomeno dell'arco nell'olio,* e in altre pubblicazioni del Bollettino Tecnico Magrini.

Mi pare però che si debba rettificare il paragone colla detonazione di un esplosivo sott'acqua.

Se, come forse era nell'intenzione dell'autore, si tratta di ciò che avviene ad ogni singola scarica elementare, che potremmo dire «molecolare», ciò corrisponde anche alla realtà: ma se si deve prendere nel senso globale dell'intero fenomeno, il paragone andrebbe piuttosto fatto colla *accensione progressiva* di un esplosivo in un'arma da fuoco: per contenere la pressione entro determinati limiti si fa avvenire il processo di accensione con una successione di spinte, ognuna delle quali proviene da una vera esplosione.

Infatti l'arco si sviluppa da zero ad una certa lunghezza, e lo spostamento dei contatti, che lo creano, avviene con relativa lentezza.

Il fenomeno è quindi progressivo, e mentre nel caso dello scoppio istantaneo sta bene l'immagine di un unico proiettile lanciato via tutto insieme, nel fenomeno dell'arco *è una sola apparenza il formarsi di una unica bolla gassosa,* che si dilata tutta insieme, spingendo in su una massa di olio; il così detto *pistone d'olio.*

Quest'ultima ipotesi però anche il Leeds pare accetti, senza riserve, e di ciò parleremo a suo tempo.

Per quanto si riferisce alle pressioni che si generano nell'apparecchio il Leeds viene ad assegnare quattro cause:

1) La pressione ondosa dovuta alla formazione dei gas.

2) L'oscillazione della pressione, con frequenza doppia della normale di esercizio, dovuta alla variazione di temperatura dei gas, per il fatto del variare periodico dell'intensità.

3) Una pressione dovuta all'osciliazione della massa d'olio (pistone d'olio) sollevata dai gas, e contrastata dalla contropressione dell'aria del coperchio.

4) Le pressioni che possono crearsi accidentalmente per esplosioni di miscele detonanti.

Di questa quarta causa accidentale, anche il Leeds giustamente fa un solo accenno, come argomento non attinente allo studio dei fenomeni di pressione in servizio normale.

Dei fenomeni di pressione dovuti alla variazione periodica della corrente, di cui già era fatto cenno in precedenti pubblicazioni della B.B.C. non vale la pena di occuparsi, poichè, come dice anche il Leeds, non hanno sensibile ripercussione sul recipiente.

Restano le altre due manifestazioni esposte nell'articolo del Leeds con molta larghezza, e di esse conviene fare un attento esame.

a) Pressione ondosa dovuta alla formazione dei gas sotto la scarica.

Nel «Bollettino Magrini» del 1925 veniva iniziata la pubblicazione di studi fatti nel nostro Laboratorio di esperienze scientifiche, ed i diversi articoli venivano raccolti nel 1927 nel fascicolo «*Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio*».

Nello studio termodinamico del fenomeno a pag. 91 dicevamo:

Formazione della bolla gassosa. — Esaminiamo ora il processo di formazione della bolla gassosa generata dalla scarica.

Nel primo istante la scarica (che va considerata come agente sul sistema molecolare dell'ambiente in cui si produce) riscalda l'olio e lo porta ad una temperatura rapidissimamente crescente, mentre, data la istantaneità del fenomeno, l'involucro di olio fa da recipiente quasi rigido, ed anche la pressione assume istantaneamente valori elevatissimi.

La scarica, che noi dobbiamo considerare come costituita da un numero grandissimo di filetti elettrici, ciascuno dei quali seguirà un fascetto di linee di forza del campo elettrico che si stabilisce nel coibente, interesserà un certo volume di olio, suddiviso in altrettanti volumi elementari.

Ogni fascetto elettrico scalda l'olio attraversato, fino a che questo raggiunge lo stato critico, dilatandosi in conseguenza a circa 1,5 volte il volume originario, cioè passando da una sferetta di diametro d ad altra di diametro $1{,}15\,d$.

In questo momento in cui la temperatura non sarà molto al di là di 500°, pari a 800 gradi assoluti, e ad una pressione che per la rapidità del fenomeno può arrivare, come vedremo, a valori elevatissimi nel primo istante, l'olio si dissolve in vapori e questi in gas ad una pressione di 3000 atmosfere, alla temperatura assoluta di 3700°, e assumendo un diametro $d_2 = 2{,}6\,d$.

Da questo punto finisce la fase che potremo assimilare alla ammissione nel cilindro di un motore termico, e si inizia la espansione. I gas così formati si dilatano in un primo tempo secondo una curva diversa dalla normale.

Consideriamo il tratto della curva fino intorno a 200 atmosfere, perchè in esso si ha una brusca diminuzione di pressione nel rapporto da 15 a 1, mentre il volume aumenta solo da 1 a poco più di 2, e il diametro della bolla da 1 a 1,3. La forza elastica in questo periodo risulta relativamente piccola: per calcolare il lavoro reso, non conoscendo la funzione $f(p, v)$ ci serviremo del calcolo grafico.

La temperatura in questo periodo scende da 3700° a 1770° assoluti, valore che corrisponde alla pressione di circa 200 atmosfere, calcolata secondo la adiabatica normale.

Da 200 atmosfere fino alla pressione atmosferica la curva per una piccolissima parte è ancora deflessa leggermente dall'adiabatica, ma

Diam. bolla d	Volume v	Temp. assol. T	Pressione p
d	$\frac{1}{1800}$	300°	1 atmosfera
$1{,}15\,d$	$\frac{1}{1200}$	800°	3000 e più
$2{,}6\,d$	$\frac{1}{100}$	3700°	3000
$3{,}5\,d$	$\frac{1}{44}$	1770°	216
$12\,d$	1	370°	1

per quello che ci interessa tale differenza è trascurabile, e considereremo nel calcolo come seguisse la legge normale, con la quale si può adoperare la formola nota che dà il lavoro prestato nella completa espansione.

La tabella a pag. 902 dà l'andamento del processo, e i dati di pressione, temperatura, volume e diametri delle bolle ad ogni tappa successiva.

Seguendo il calcolo delle varie trasformazioni si arriva ad una rappresentazione grafica, in cui si hanno le curve di variazione delle pressioni, dei volumi, dei diametri e delle temperature delle singole bolle, nonchè le pressioni riportate alla cassa per via ondosa.

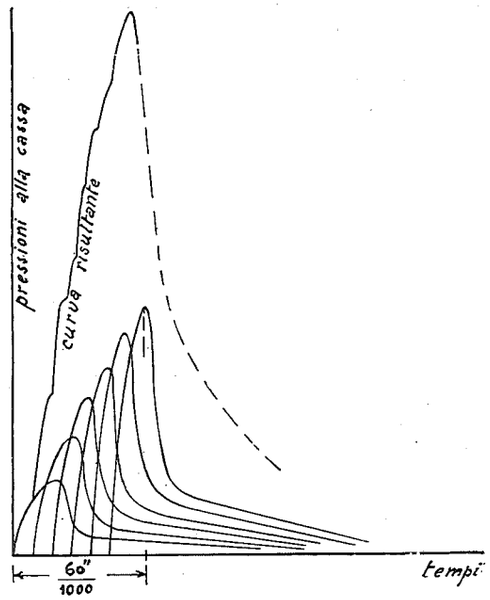


Fig. 1. — Risultante delle pressioni alla cassa delle spinte ondose successive nel periodo dell'arco.

La somma di un gran numero di curve elementari, spostate nel tempo, ed il cui valore di punta va crescendo colla distanza dei contatti fino alla rottura, fa assumere alla risultante una forma indicata nella fig. 1, simile a quella di fig. 2 riportata dal Leeds, non tenendo conto delle variazioni dovute alla pulsazione della corrente, il cui effetto sul recipiente è trascurabile.

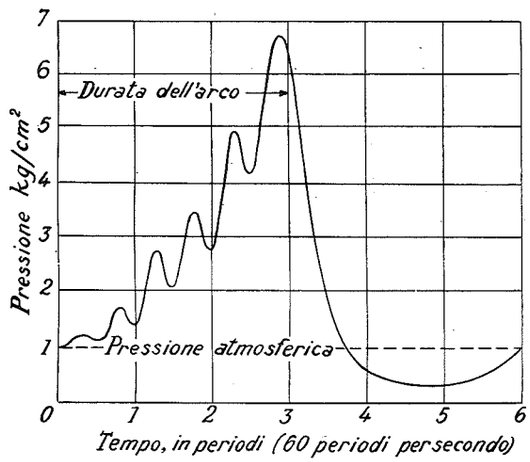


Fig. 2. — Andamento delle pressioni alla cassa durante il periodo dell'arco (Leeds).

Infine nello stesso studio ed al paragrafo « Pressioni risentite dal recipiente » è fatta una analisi della trasmissione ondosa, che corrisponde ai concetti ed ai risultati sperimentali esposti dal Leeds, e vi è indicato anche un modo di determinare graficamente, data la disposizione degli archi rispetto alla cassa, e partendo dalle energie trasportate dal movimento ondoso, arrestate ed immagazzinate dalle pareti del recipiente, gli sforzi massimi, la loro localizzazione ed il tempo di durata dell'arco, in modo da poter stabilire con giusto criterio, le dimensioni necessarie per la voluta resistenza, e la posizione delle eventuali blindature.

b) Pressione dovuta alla oscillazione della massa d'olio sollevata dai gas.

L'esposizione, fatta dal Leeds, del modo con cui verrebbe ad oscillare la massa d'olio sollevata dai gas è nuova e assai interessante.

Questa massa di olio sarebbe appunto il cosidetto *pistone d'olio,* che secondo il modo di vedere esposto nel Bollettino Svizzero fino dal 1925, doveva andare a cozzare contro il coperchio, espellendo dalle aperture di sfogo tutta l'aria del coperchio, e qualche volta sollevando anche l'interruttore dagli appoggi.

Io ho sostenuto fino dal 1925 la poca consistenza della teoria del pistone d'olio, e in ogni modo la impossibilità che esso arrivasse a battere contro il coperchio, e tanto meno potesse far sobbalzare l'apparecchio da terra.

Prima di tutto va osservato che il fenomeno della pressione ondosa non ha origini diverse da quelle del movimento dell'olio: non sono due cose distinte, ma sono manifestazioni diverse della stessa causa, in momenti diversi.

Ogni bollicina che si forma sotto l'effetto della scarica si trova istantaneamente a 4000° e 3000 atmosfere, ed irradia energia in tutti i sensi intorno a sè; ogni raggio che trasporta energia, incide contemporaneamente sulla parete, sul fondo, e sul livello libero dell'olio. Parete e fondo immagazzinano tale energia in deformazione elastica, mentre verso il coperchio il fenomeno assume due aspetti diversi e successivi.

Finchè le variazioni della pressione col tempo sono rapidissime la trasmissione ondosa fa staccare particine d'olio dalla superficie: mano mano diminuisce il rapporto $\frac{dp}{dt}$, si inizia il vero spostamento di massa, che fa posto alla dilatazione del gas.

E' come nel gioco della fila di palle da bigliardo: finchè l'urto si può ritenere istantaneo, si stacca solo l'ultima della fila: quando il colpo è lento tutta la fila si sposta nel senso del movimento.

Ammettere la teoria del pistone vuol dire dare al fenomeno un andamento regolare e tranquillo, mentre nel caso del corto circuito, e specialmente con parecchi archi parziali deve avvenire necessariamente un processo tumultuario, in cui le pressioni interne dell'olio, dei gas, e dell'aria del coperchio sono diversissime da punto a punto, e da istante ad istante, dando luogo a movimenti vorticosi, a spostamenti parziali e disordinati di masse d'olio e di gas, come in fenomeni vulcanici o nella formazione di meteore, con movimenti oscillatorii senza una vera legge.

Che dell'olio si debba spostare per lasciar posto ai gas è evidente, ma che ciò che avviene si possa paragonare al movimento di uno stantuffo tuffante, e basarsi su questo per stabilire le probabili pressioni nell'apparecchio mi è sempre parso poco accettabile.

Le prove cinematografiche fatte dalla B.B.C. per me non dicono nulla di preciso, perchè si riferiscono ad aperture di carichi così esigui, da non poter paragonarsi a ciò che può avvenire nel caso di violenti corti circuiti su grandi potenze.

Poi non danno che una forma esterna della bolla e non svelano affatto se essa è costituita di soli gas, o, come la discussione che faremo più avanti mette bene in chiaro, da un miscuglio di gas, olio e vapori d'olio.

Il Leeds a questo proposito dice:

Si ritiene che le onde di pressione siano prodotte dall'oscillazione di una considerevole massa di olio tra la bolla gassosa situata al disotto e il volume di aria al disopra.

Questo movimento del « pistone di olio » fu verificato sperimentalmente sospendendo un disco di micarta sotto la superficie dell'olio, col mezzo di uno stilo di fibra passante attraverso il coperchio dell'interruttore. Alla estremità superiore dello stilo è disposto un contatto scorrente lungo un filo di resistenza, e connesso elettricamente in modo che dall'oscillografo veniva registrato un potenziale proporzionale allo spostamento del disco. La registrazione della pressione venne fatta da un indicatore normale di macchina a gas ad alta velocità, ed anche da uno speciale misuratore telemetrico a pile di carbone: entrambi i registratori essendo connessi al fondo o vicino al fondo della cassa dell'interruttore, come mostra la fig. 3. E' evidente che vi era una oscillazione dell'olio che corrispondeva in frequenza all'onda di pressione susseguente alla estinzione dell'arco.

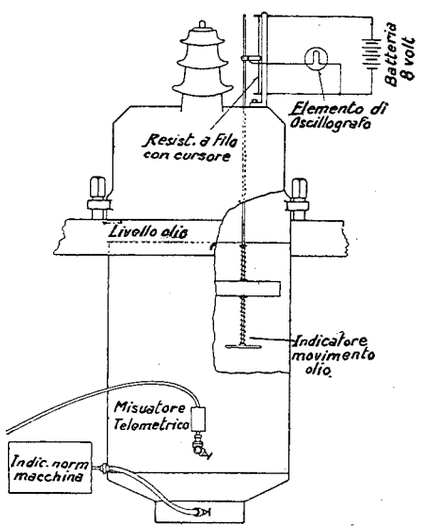


Fig. 3. Disposizione dell'interruttore sperimentale

Considerando l'oscillazione di una determinata massa di olio fra

due volumi di gas come è indicato in fig. 4, e adoperando le dimensioni di normali interruttori in olio ed i valori dei volumi di gas e delle pressioni rilevati da esperienze eseguite di interruzione di correnti, venne calcolata la curva « pressione-tempo » in fig. 5.

Il periodo dell'onda è 0.054 secondi, corrispondente ad una frequenza di 18,5 periodi per 1″, che è in buon accordo coi valori sperimentali.

Adoperando la fig. 6 come oscillogramma rappresentativo, va notato che la pressione alla cassa era minore dell'atmosfera (trascurando il peso dell'olio) per il 60 al 70 % del periodo dell'onda di pressione (poichè il diametro della bolla espansa è dello stesso ordine del diametro del recipiente, la differenza tra la pressione del gas e della cassa in queste condizione non è molto grande).

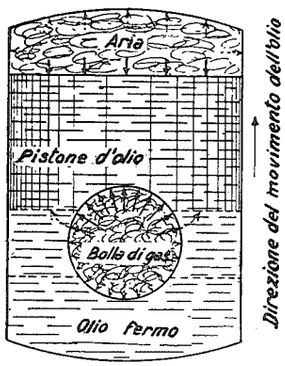


Fig. 4.
Pistone d'olio (Leeds).

Questa bassa pressione è dovuta al rapido raffreddamento del gas, ed all'inerzia del pistone di olio, la quale lo fa salire ancora per un certo tratto, dopo che si sono annullate le forze acceleratrici. La massa in moto è finalmente fermata e la sua direzione invertita, per l'effetto combinato del parziale vuoto al disotto e della pressione dell'aria al disopra.

In luogo della usuale concezione di una bolla che si espande, e che si apre la via attraverso la superficie dell'olio, subito dopo la estinzione dell'arco, noi abbiamo così negli interruttori in olio a media ed alta velocità di interruzione, una oscillazione di una massa d'olio che continua per un considerevole numero di periodi dopo che il corto circuito è stato aperto, e che si risolve in una serie di colpi alla cassa dell'apparecchio.

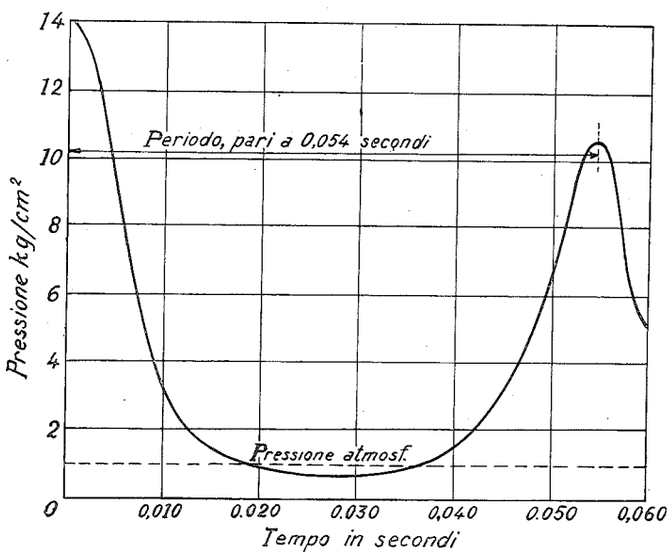


Fig. 5. — Curva calcolata « pressione-tempo » subito dopo la cessazione dell'arco (Leeds).

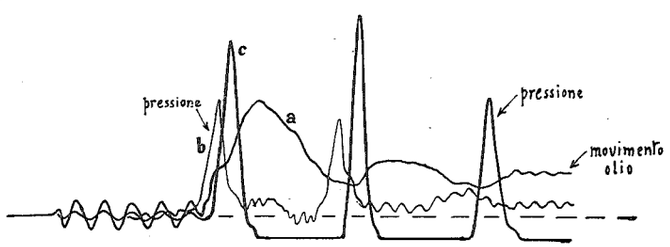


Fig. 6. — Oscillogrammi dell'andamento delle pressioni alla cassa, e del movimento dell'olio (Leeds).

La prova che il Leeds riporta per convincere della esistenza del pistone d'olio non è sufficiente, perchè il disco non dà che l'indicazione di ciò che avviene in uno spazio limitato. Bisognerebbe avere tante sezioni distinte, e registrare con altrettanti oscillografi gli spostamenti e le fasi di ogni sezione, ed allora il risultato sarebbe sicuramente molto diverso: le esperienze dovrebbero sempre essere disposte in modo da dimostrare che non può essere diverso da ciò che si vuol provare, mentre molte volte la scelta del metodo è influenzata dal pregiudizio che le cose si debbono svolgere in un dato modo.

Ma non risulta nemmeno chiaro come possa avvenire il movimento oscillatorio della massa d'olio fra le due masse gassose, dopo spento l'arco, perchè il volume dei gas d'olio, *deve poter diminuire,* se il pistone deve discendere, e ciò nelle condizioni messe dal Leeds non corrisponde alla realtà.

Per facilitare il ragionamento mettiamo dei numeri.

Chiamo V_0 il volume di aria a 273° ass. e ad una atmosfera, che si trova nel coperchio, prima del processo di apertura e sia $V_0 = 0{,}2$ m³; V_1 il volume di gas d'olio, generati durante l'apertura, alla stessa pressione e temperatura e sia:

$$V_1 = 0{,}1 \text{ m}^3.$$

Il peso di 1 m³ d'aria nelle stesse condizioni . . . $\gamma_0 = 1{,}29$ kg
Il peso di 1 m³ di gas d'olio . . . . . $\gamma_1 = 0{,}4$ »
La costante dell'aria . . . . . $R_0 = 29{,}3$ »
La costante dei gas (media composizione) . . . . $R_1 = 92$ »

La formola da applicare che lega la pressione, la temperatura assoluta, il peso ed il volume del gas alla costante stabilita è:

$$P \times V = G \times R \times T$$

equazione soddisfatta dai dati sopra stabiliti.

Se, come ammette il Leeds, e che io nego, la bolla rimane sempre integra, costituita dai soli gas, e separata dall'aria col pistone d'olio, queste equazioni sono applicabili senza modificazioni, perchè si considera sempre il peso $G = 0{,}26$ kg di aria e $G_1 = 0{,}04$ kg di gas d'olio, colle costanti R_0 e R_1. Ciò che varia è pressione, volume e temperatura assoluta.

Nelle diverse condizioni, note due di esse, la terza è necessariamente stabilita.

Considerando i punti estremi dell'oscillogramma delle pressioni di fig. 6 vediamo che subito prima che cessi l'arco la pressione nel punto massimo è 8 atmosfere, e nel punto minimo della prima oscillazione 0,8 atmosfere.

La temperatura massima si può ritenere:

$$T = 1500° \text{ ass.}$$

il volume è dunque dato da:

$$80.000 \times V = 0{,}04 \times 92 \times 1500$$
$$V = 0{,}07 \text{ m}^3.$$

Invece al punto di minima pressione di 0,8 atm. la temperatura, come minimo, certamente non raggiungibile, sarà 400°, ed il volume risulta:

$$8000 \times V = 0{,}04 \times 92 \times 400°$$
$$V = 0{,}18 \text{ m}^3$$

cioè il volume, anzichè diminuire, verrebbe ad essere più che raddoppiato.

Il pistone sarebbe sempre spinto in su, e la pressione dell'aria nel coperchio crescerebbe anzichè diminuire.

Infatti per l'aria del coperchio si avrebbe il seguente calcolo:

Nel primo momento, poichè si muove un volume di olio pari a quello dei gas, che abbiamo computato in 0,07 m³, il volume d'aria si riduce da 0,2 m³ a 0,13 m³; mentre la temperatura non varia sensibilmente, allora:

$$P = \frac{0{,}26 \times 29{,}3 \times 273}{0{,}13} = 16.000 \text{ kg/m}^2$$

se il volume dei gas aumentasse a 0,18 m³ anche la pressione sul coperchio salirebbe a:

$$P = \frac{0{,}26 \times 29{,}3 \times 273}{0{,}02} = 100.000 \text{ kg/m}^2$$

pari a 10 atmosfere; trascurando l'effetto dell'aumento di temperatura dovuto alla compressione.

Ciò è evidentemente assurdo.

E un eguale assurdo risulta anche da quest'altro calcolo.

Perchè il volume dei gas, per ipotesi, diminuisca, sia pure di pochissimo (poniamo il 10 %, cioè da 0,070 a 0,063) dovrebbe la temperatura assoluta scendere a:

$$8000 \times 0{,}063 = 0{,}04 \times 92 \times T$$
$$T = 135°$$

cioè la temperatura dei gas cadrebbe a

$$-135° \text{ centigradi.}$$

Siccome il fenomeno della oscillazione esiste, vuol dire che c'è qualche errore nelle basi del ragionamento.

Ed è precisamente nel fatto di ammettere:

1°) Che nessuna parte di gas sfugga dalla bolla e arrivi al coperchio, durante la formazione dell'arco.

2°) Che la bolla sia formata di soli gas.

Il prodotto :

$$G \times R$$

non può rimanere costante.

Il termine G, peso del gas, diminuisce per il primo fatto. Il termine R diminuisce perchè la costante del miscuglio cambia fortemente se ai gas si trovano uniti olio o vapori d'olio, che nella fase in cui la temperatura è di 400°-500° assoluti, possono coesistere.

In quelle condizioni il miscuglio può ancora rispondere alle leggi generali dei gas, purchè si metta una costante appropriata.

Per es. se si suppone che il 20 % di gas sfugga :

$$G = 0{,}8 \times 0{,}04 = 0{,}032$$

se

$$R = 40$$

anche quando la temperatura scenda non oltre 400° (ciò che è assai probabile perchè molte volte la temperatura finale dei gas nel coperchio è stata trovata di quell'ordine)

$$8000 \times V = 0{,}032 \times 40 \times 400$$

$$V = 0{,}064$$

ed il movimento retrogrado dell'olio, più o meno frazionato ed irregolare può realmente avvenire, e la maggior inerzia della massa urtata può più facilmente spiegare le punte brusche nella ripresa della pressione registrate dall'oscillogramma.

Ciò spiega anche come si possa nel brevissimo tempo di 0,025'' scendere da 1300° a 300°. Questo brusco abbassamento non si potrebbe mai ammettere se il raffreddamento avvenisse per solo contatto dei gas coll'olio circostante, cioè attraverso la superficie esterna della bolla.

E' facile persuadersene con un semplice calcolo :

Rifacendoci all'esempio precedente la bolla dei gas ha un volume di 70 litri : supposta di forma sferica la sua superficie esterna in contatto coll'olio è di 0,75 m².

Per raffreddare da 1300° a 300°, un peso di kg 0,04 di gas, il cui calore specifico fra 1000° e 100°, a volume costante, può esser valutato intorno ad 1, occorre sottrarre

$$1 \times 0{,}04 \times 1000 = 40 \text{ calorie}$$

quindi il coefficiente di trasmissione per contatto diretto fra gas ed olio circostante, attraverso un velo di vapor d'olio, riferito a grado, m², ed ora, dovrebbe essere, supposta una costante differenza di temperatura di 1000°, e il tempo di 0,025''

$$40 = C \times 0{,}75 \times 1000° \times \frac{0{,}025}{3600}$$

$$C = 7200 \text{ calorie-ora-grado-m}^2,$$

valore evidentemente assurdo, perchè al massimo si potrà contare, ammesse tutte le condizioni più favorevoli su 30-40 calorie-ora-grado-m².

Occorre dunque una superficie di contatto duecento volte maggiore, il che si può ammettere se si determina fra gas, olio o vapor d'olio una vera compenetrazione nell'ambito stesso della bolla.

Resta poi da considerare l'ultima parte del fenomeno in cui finalmente i gas residui salgono nel coperchio e si mescolano all'aria, creando, se non vi sono aperture di sfogo, una pressione risultante che è calcolabile quando si conosca la temperatura finale.

Infatti nel nostro caso, se come probabile la temperatura del miscuglio aria e gas è intorno a 373° assoluti, la pressione dell'aria, poichè il volume non può essere che quello primitivo di 0,2 m³ sarà

$$p = 1.29 \times 29.3 \times 373 = 14.000$$

e quello dei gas

$$p = 0.4 \times 92 \times 373 = 13.000$$

Totale 27.000

pari ad 1.7 atmosfere assolute.

Da ciò riesce facile stabilire le aperture di sfogo quando si voglia contenere la pressione entro limiti determinati.

3. - Causa del sobbalzo dell'apparecchio sotto aperture di violenti corti circuiti.

Su questo argomento il Leeds ricava dalle risultanze sperimentali un modo di vedere che è in perfetto accordo con quanto io sosteneva fin dal 1925.

Dice il Leeds :

Si è creduto che l'olio potesse esercitare un'azione di maglio sullo stesso coperchio dell'interruttore.

Questa teoria fu sovente usata per spiegare il sobbalzo osservato in certi tipi di interruttori, quando si interrompono correnti molto intense. Tuttavia, recenti esperienze su interruttori di medie e grandi dimensioni, non hanno dato risultati tali da appoggiare questa teoria. Usando speciali sistemi di indicatori, si è potuto dimostrare che un interruttore comincia a sobbalzare prima che l'olio abbia avuto il tempo di arrivare al coperchio.

Un interruttore a 110 kV appoggiato al pavimento, dimostrava la stessa tendenza a sobbalzare sia che il coperchio fosse fissato oppur no. Il sobbalzo dell'apparecchio è probabilmente dovuto al rinculo della cassa e delle strutture di sopporto, susseguente all'urto prodotto sul fondo della cassa dalla spinta agente verso il basso, e causato dall'impulso di pressione proveniente dalla bolla di gas; spinta non equilibrata da egual controspinta verso l'alto. La corrispondente forza in su, è assorbita dall'accelerazione impressa alla massa mobile d'olio, invece di esercitare una pressione sul coperchio del recipiente.

Il sobbalzo viene praticamente eliminato in un interruttore a grande velocità di apertura, introducendo sotto alla superficie dell'olio un piano rigido ad una distanza, sopra la regione dell'arco, eguale alla distanza della stessa regione dal fondo della cassa, in modo da equilibrare le forze verticali.

Lo sbilancio delle forze verticali è quindi molto maggiore negli interruttori ad alta velocità, e l'apparecchio dimostra una decisa tendenza a sobbalzare.

Si cercò di arrivare verso una condizione estrema, producendo qualche cosa che potesse equivalere ad una esplosione in un interruttore in olio.

Un pezzo di filo di rame fu messo come ponte fra i contatti aperti di un polo di interruttore in olio a 37 kV, e sottoposto ad un corto circuito di 4000 A con 13.200 V. Il filo si fuse quasi istantaneamente, e il lungo arco corrispondente all'alta tensione usata, si formò in condizioni tali da liberare l'energia con una rapidità di pressione con fronte ripidissima, con valore di punta alla cassa di circa 15 atmosfere. L'interruttore fu sottoposto ad una brusca sollecitazione molto severa, sobbalzando circa 12 centimetri dal suolo.

L'esperimento giustifica dunque la conclusione che il sobbalzare di un interruttore in olio è proporzionale alla rapidità con cui cresce la pressione durante il processo di apertura.

In uno studio pubblicato nel Bollettino dell'Associazione Elettrotecnica Svizzera (5), era sostenuta la tesi del rimbalzo dovuta al colpo di maglio dell'olio.

Riporto dal nostro Bollettino del tempo il paragrafo :

Si può notare che l'olio che si trova sopra la bolla di gas (lo stantuffo di olio) viene spinto con notevole velocità contro il coperchio dell'interruttore. Se per es. l'altezza dal livello dell'olio fino al coperchio fosse di 20 cm e fosse di 0,63 sec il tempo occorrente per salire, l'olio verrebbe a cozzare con una velocità di circa 1,3 m. s. contro il coperchio. L'effetto può corrispondere a quello di un colpo di martello, che può diventar pericoloso per il coperchio.

Le parti di costruzione dell'interruttore possono smorzare l'effetto del colpo, però possono anche rinforzarlo eventualmente per fenomeni oscillatori e di riflessione.

Il cozzo dell'olio ci spiega senz'altro il salto che talvolta fa l'interruttore dal suolo nel caso di grandi corti circuiti, e può anche venir calcolato : in prove appositamente fatte con energie di circa 50.000 kVA, si hanno avuto risultati corrispondenti con l'osservazione pratica.

Nell'articolo del Bollettino Magrini nel dicembre 1925, confutando le teorie svizzere noi dicevamo su questo argomento :

Vogliamo infine rilevare come non sia esatta l'interpretazione del fenomeno, rilevato talvolta nell'apertura di forti carichi, e riguardante il rimbalzo dell'apparecchio dal suolo.

L'Autore dello studio in esame trova in questo fenomeno la conferma della sua ipotesi del cozzo che la massa d'olio spinta dall'enorme volume di gas generati dà al coperchio.

Meccanicamente la spiegazione non regge, perchè essendo la causa dell'urto contro il coperchio una forza sviluppata nell'interno di un sistema, e agente in tutti i versi, e potendosi ritenere l'insieme del recipiente chiuso quasi rigido, il sistema stesso non può avere forze risultanti esterne.

Invece, secondo noi il salto elastico è precisamente la prova che l'olio non va a cozzare contro il coperchio, perchè ci troviamo nelle condizioni di un fluido contenuto in un recipiente, in cui una parete ceda alla pressione interna (nel nostro caso la superficie libera dell'olio). Il movimento del fluido nel senso a lui concesso, genera per reazione una forza che è libera di agire contro la parete fissa (fondo della cassa). Questa forza cerca di far muovere la parete stessa nel senso opposto a quello del movimento del fluido. L'apparecchio trovandosi impedito il movimento di rinculo dal proprio appoggio, viene spinto in su dalla reazione elastica fra l'ostacolo ed il fondo della cassa.

Evidentemente il calcolo numerico, come problema di meccanica dà gli stessi risultati per le due interpretazioni del fenomeno, perchè in ogni caso la forza motrice che produce il salto proviene dalla forza elastica dei gas, esso non è dunque una riprova della esattezza della deduzione.

Il nostro ragionamento ripete quasi con le stesse parole la spiegazione data dal Leeds, e di cui egli dimostra sperimentalmente la fondatezza.

4. - Considerazioni generali.

Vogliamo da ultimo fare qualche considerazione di ordine generale, da cui risulti la necessità assoluta di arrivare ad una chiara base teorica del problema, per rendere più utile l'enorme patrimonio di ricerche e prove sperimentali fatte da una vera folla di studiosi: esperienze che se coordinate avrebbero dovuto illuminare assai più il processo.

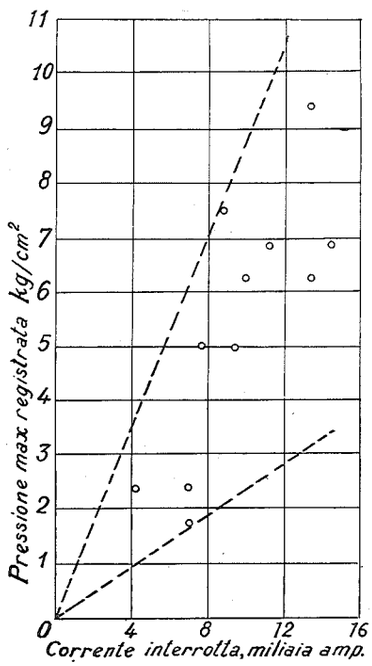


Fig. 7. — La pressione in funzione della corrente interrotta.

Tutti gli sperimentatori senza eccezione, si occupino di pressioni, volumi di gas, temperature, sforzi meccanici, energia sviluppata, lunghezze o durate dell'arco, lamentano il fatto che, a parità di tutte le circostanze, le prove presentano differenze grandissime una dall'altra, per cui l'accontentarsi di medie è assolutamente pericoloso.

Anche in questa serie di esperienze il Leeds ripete:

Dai risultati di numerose prove di corti circuiti interrompenti 4000 a 15.000 A a 13.000 V su un solo polo di interruttore in olio di tipo normale, che aveva una abbastanza alta velocità di apertura, sono emerse parecchie conclusioni interessanti.

In primo luogo, la fig. 7 *indica un grande divario fra le pressioni massime registrate per un determinato valore della corrente interrotta, illustrando il fatto, che gli sforzi in ogni prova che si verificano in un interruttore in olio variano entro limiti molto grandi per ripetute prove fatte sotto condizioni praticamente identiche.*

Il grafico della pressione massima come funzione dell'energia liberata dall'arco durante il processo di interruzione, fig. 8, rivela a sua volta grandi variazioni della pressione per una data quantità totale di energia d'arco.

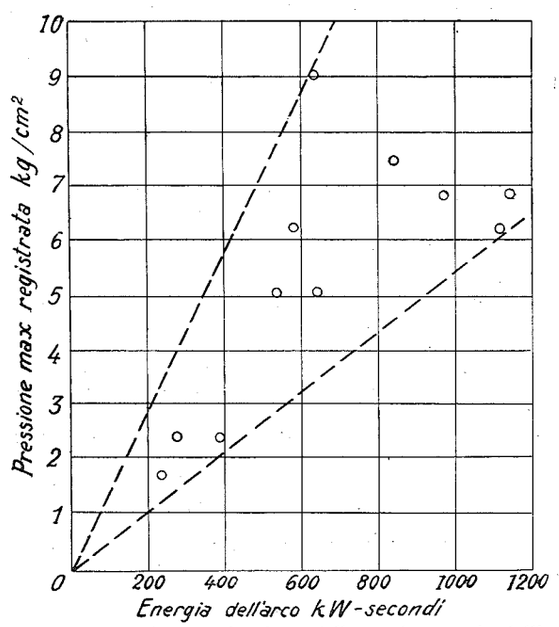


Fig. 8. — La pressione in funzione della totale energia dell'arco.

Non ci pare possibile che un elemento disturbatore, che si ripete così tenacemente, ed in modo davvero esasperante, per chi ricerca una legge, non debba avere una origine definita e definibile, e che di esso non possa venir data una spiegazione soddisfacente.

La mia convinzione già tante volte esposta è che la ragione delle lamentate irregolarità nei risultati di prove in condizioni sostanzialmente identiche, sta nel fatto che il distacco dei contatti avviene a momenti diversi della curva naturale della corrente di corto circuito. Varrebbe la pena, per chi ne ha i mezzi, di istituire una serie di esperienze che permetta di confermare o smentire definitivamente la influenza di questo fatto.

Faccio poi mia l'altra affermazione del Leeds dove dice:

Pare però necessario di avere una conveniente spiegazione di come la pressione può variare durante il fenomeno, se si vuole che il disegno degli interruttori in olio non si appoggi su basi puramente empiriche.

Questo nel 1931, mentre da troppe parti si proclama la sicurezza di poter fornire apparecchi su cui fare il più completo affidamento, e quella affermazione il Leeds fa proprio a riguardo delle pressioni, che in fatto di sicurezza di esercizio, rappresentano certo la questione più scottante. Questo conferma che le attuali teorie non sono in grado di dare una spiegazione sicura e tale che su di essa si possa istituire un calcolo serio dell'apparecchio.

In conseguenza dove è possibile fare prove di tipo in tale numero e con tali carichi da ritenere raggiunti i massimi assoluti, e da rendere non necessario il calcolo, questa fiducia può essere data; ma dove al disegno ed alla costruzione non provvedano che intuizioni, od imitazioni od extrapolazioni, più o meno arbitrarie, pare che l'esercente dovrebbe andar molto guardingo nell'accordare il proprio favore, specialmente quando sono in gioco gli interessi di servizi di grande importanza.

BIBLIOGRAFIA.

1) W. M. LEEDS. — The Electric Journal, marzo 1931, pag. 152: Pressure phenomena in oïl Breakers.
2) RÜDENBERG. — Elektrische Schaltvorgänge und verwandte Storüngerscheinungen in Starkstromanlagen. Berlin Verlag von Julius Springer.
3) SLEPIAN. — Discussion of Paper «Extinction of a long A. C. arc: Electric Journal Westinghouse Electric e Co.
4) *Bollettino dell'Associazione Elettrotecnica Svizzera.* — Die theoretischen und praktischen Grundlagen für den Bau, di Wahl und den Betrieb von Oelschaltern., 1925.
5) *Bollettino Tecnico Magrini,* vol. 1°, n. 6, dicembre 1925.
6) LUIGI MAGRINI. — Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio; estratto dal Bollettino Tecnico Magrini.
7) L. MAGRINI. — Esame critico delle Norme del Verband Deutscher Electrotechniker sugli interruttori in olio. Estratto dal Bollettino Tecnico Magrini.

SUNTI E SOMMARI

APPARECCHI E DISPOSITIVI DI MANOVRA, PROTEZIONE, ECC.

J. H. ASHBAUGH — **Regolazione automatica di velocità.** (Elec. Eng., maggio 1931, pag. 363-364, 2 figure).

Viene descritto un apparecchio studiato per assicurare automaticamente la regolazione della velocità di motori a corrente continua, mantenendone costante il numero dei giri anche nel caso di carico soggetto a grandi variazioni. L'apparecchio utilizza le proprietà ben note delle resistenze a carbone che hanno il pregio di essere semplici e robuste. Esso consiste di una parte meccanica e di una elettrica. Quella meccanica è essenzialmente un differenziale e consiste in una vite, un dado, un morsetto e un sistema di leve. Un motorino sincrono comanda col suo asse, cavo, la vite; nell'asse cavo passa un alberino connesso, ad una estremità, al dado del differenziale, e all'altro estremo, a una puleggia conica la quale a sua volta è comandata, con una cinghia, dal motore principale che si vuol regolare. Ogni spostamento angolare fra i due motori viene ad essere trasmesso al dispositivo elettrico dell'apparecchio producendo una variazione di pressione sulla resistenza a carbone che è inserita nel circuito di eccitazione del motore principale.

Col dispositivo in parola, il motore a corrente continua assume caratteristiche di funzionamento simili a quelle di un motore sincrono. Come esempio, un motore da 110 kW, a 900 giri riprese la velocità normale tre minuti secondi dopo l'applicazione di un sovraccarico del 100 %. *R. S. N.*

C. E. R. BRUCE — **La ripartizione dell'energia liberata in un interruttore in olio e il calcolo della temperatura dell'arco.** (J. I. E. E.. Londra, maggio 1931, pag. 557-582 e discussione fino a pag. 590, 7 figure).

L'energia che si libera durante l'apertura sotto carico di un interruttore in olio si può considerare così ripartita:

1) energia dispersa ai contatti per conduzione metallica e per fusione del metallo; 2) energia assorbita dall'olio per riscaldamento e decomposizione; 3) energia di dissociazione dell'idrogeno formato; 4) energia consumata per far espandere e portare i prodotti della decomposizione alla temperatura dell'arco; 5) energia irradiata dall'arco. La 1) e la 5) si possono determinare sperimentalmente, la 2) si calcola, e per differenza dall'energia totale si deduce la 3) e la 4). La caduta di tensione che si verifica sui contatti di rame è risultata compresa fra 20 e 35 volt, in media di 30 volt; questo valore concorda con quelli ottenuti da altri sperimentatori, l'energia corrispondente si ottiene moltiplicando per 30 il prodotto della corrente media nell'arco per la sua durata. L'olio che si consuma durante un arco

si può ritenere da 0,67 a 0,77 gr per 1.000 cm³ di gas prodotti; il suo calore specifico è di 2,7 joule per gr e per °C, mentre il calore di evaporazione è di 217 joule/gr e la temperatura di ebollizione di 385 °C. L'energia necessaria per produrre i 1.000 cm³ di gas partendo dall'olio già evaporato è di 4320 joule supponendo che la composizione del gas sia la seguente: 69 % di metano, 23 % di acetilene, 5 % di metano e 3 % di etilene. Infine si devono aggiungere 246 joule per tenere conto del lavoro di espansione che accompagna la formazione dei 1.000 cm³ di gas. Il lavoro di dissociazione dell'idrogeno dipende dalla temperatura dell'arco: a 2.000° C si dissocia il 0,122 % dell'idrogeno presente, a 3.000° C se ne dissocia il 9 % ed a 4.000° C il 62 %; in media si può ritenere che la dissociazione dell'H assorba dal 5 al 10 % dell'energia totale liberata dall'arco. L'energia consumata per irraggiamento diretto si può calcolare come per 1) tenendo conto di una caduta di tensione di 8 volt per cm di lunghezza dell'arco.

L'energia assorbita dai gas per elevare la loro temperatura fino a quella dell'arco si può ora dedurre per differenza dall'energia totale; questo dato permette di calcolare la temperatura dell'arco in base alla conoscenza della composizione chimica dei gas e del loro calore specifico (deducibile da apposite curve riportate dall'A. nel suo studio). Più semplicemente si può determinare la temperatura finale dell'arco tenendo conto soltanto dell'idrogeno e del carbonio liberati durante l'arco. I valori della temperatura finale ottenuti seguendo queste due vie non sono molto diversi; come media di numerose prove eseguite su di un'interruttore in olio aperto con contatti di rame si sono ottenuti i seguenti valori della percentuale di ogni singola perdita e della temperatura finale dell'arco. In questa tabella come nelle successive con la lettera A si indica il caso della formazione di H e di C soltanto e con B quello della formazione di un miscuglio avente la composizione media già riportata più sopra.

	1)	2)	3)	4)	5)	T
A	13,8 %	19,4 %	10,2 %	44,8 %	11,8 %	3.000° K
B	13,8 »	30,2 »	3,6 »	40,6 »	11,8 »	2.780° »

Da misure eseguite direttamente anche da altri sperimentatori sembra che la temperatura assoluta dell'arco sia maggiore di 3.000° e forse anche di 3.500° a seconda dei punti nei quali viene misurata, della quantità dei gas prodotti, della rapidità dell'interruzione e della natura degli elettrodi. Le stesse prove sono state ripetute su un interruttore in olio aperto con contatti di alluminio ottenendo i seguenti risultati:

	1)	2)	3)	4)	5)	T
A	8,8 %	20,9 %	8,4 %	44,9 %	17,0 %	2.720° K
B	8,8 »	29,6 »	3,5 »	41,1 »	17,0 »	2.480° »

La temperatura assoluta dell'arco coi contatti d'alluminio appare leggermente minore e in media si aggira sui 2600°. Un'altra serie di prove è stata infine eseguita su di un interruttore chiuso con un volume di aria sotto il coperchio variabile da 200 a 5.000 cm³ e con correnti comprese fra 270 e 500 ampere; l'olio durante l'interruzione aumenta di pressione e rimane perciò più vicino agli elettrodi, il volume dei gas prodotti diventa maggiore ma in compenso la temperatura dell'arco è minore. I risultati delle prove con elettrodi di rame sono i seguenti:

	1)	2)	3)	4)	5)	6)
A	7,3 %	38,0 %	2,6 %	41,2 %	10,9 %	2.360° K
B	7,3 »	35,7 »	2,6 »	43,5 »	10,9 »	2.570° »

La durata dell'arco in tutte queste prove dedotta dai rilievi fatti con l'oscillografo è risultata compresa fra: 0,137 e 0,014 secondi.

I. L.

APPLICAZIONI TERMICHE.

Il rivestimento degli elettrodi e la struttura delle saldature. (Arcos, marzo 1931, pagg. 459-467, con 10 figure).

Collo svilupparsi delle costruzioni saldate si è andata intensificando la discussione sul valore relativo degli elettrodi nudi e di quelli rivestiti. Sono state eseguite accurate esperienze di confronto che vengono riportate nell'articolo: sia le prove a flessioni alternative, sia quelle ai colpi ripetuti hanno dimostrato una netta superiorità delle saldature ottenute con elettrodi rivestiti. Sembra accertato che le saldature con elettrodi nudi hanno un carattere di metallo fragile, mentre quelle ottenute con elettrodi rivestiti si accostano molto alle caratteristiche di un buon metallo ordinario da costruzione.

Anche l'esame micrografico rivela nelle saldature a elettrodi nudi una struttura analoga a quelle di un metallo di fusione con un brusco passaggio fra il pezzo originario e la saldatura. Al contrario le saldature ottenute con elettrodi opportunamente rivestiti rivelano una struttura molto omogenea e assai simile a quella del pezzo originario.

Recenti ricerche eseguite col metodo di diffrazione dei raggi X hanno rivelato nella saldatura con elettrodi nudi l'esistenza di tensioni intermolecolari, delle quali sono invece esenti le saldature ottenute con elettrodi opportunamente rivestiti. Una prova interessante è quella del confronto di forgiabilità che si può eseguire deponendo su un pezzo di lamiera due cordoni paralleli di saldatura ottenuti rispettivamente con elettrodi nudi e rivestiti; il tutto viene portato al rosso vivo e piegato perpendicolarmente ai due cordoni; in generale si constata una rottura del cordone ottenuto con elettrodi nudi.

La spiegazione di questi fenomeni si trova nel comportamento relativo dell'arco, in quanto il rivestimento opportunamente eseguito influisce in senso favorevole sia chimicamente proteggendo l'arco, sia elettricamente rendendolo più regolare, sia termicamente riducendo le perdite di calore per radiazione. Inoltre il rivestimento sembra avere un'azione efficace nel guidare la corrente di gas caldi che contribuiscono a proiettare le gocce fuse dell'elettrodo sul pezzo. *Ri.*

APPLICAZIONI VARIE.

S. Hopferwieser — **Modernizzazione di una fabbrica di cemento.** (Revue B. B., N. 3, marzo 1931, pag. 115-119, 11 figure).

L'A. mette in particolare evidenza l'impiego dei motori elettrici e l'importanza della giusta scelta di essi per migliorare le condizioni di esercizio in una moderna fabbrica di cemento. Le considerazioni si riferiscono più propriamente, alla fabbrica Henning della S. A. des Ciments Portland de Lorraine, Strasbourg, nella quale è stata fatta una radicale trasformazione degli impianti per aumentarne la capacità di produzione e migliorare il rendimento nella produzione stessa.

Gli impianti elettrici della fabbrica sono alimentati da una centrale termica, nella quale è installato un gruppo turboalternatore da 2000 kVA, 550 V, 50 per/sec. I motori impiegati sono 138 ed hanno una potenza complessiva di 6650 kW. Dove è stato possibile farlo, i motori sono stati accoppiati direttamente alle macchine da comandare, oppure ai loro ingranaggi, allo scopo di ridurre al minimo le perdite di trasmissione e di rendere le macchine più accessibili. Tutti i motori sono stati equipaggiati con cassetta di comando munita di relais termici. Questa protezione si è mostrata quanto mai opportuna in una fabbrica di cemento, dove i motori vanno soggetti a frequenti variazioni di carico ed a sovraccarichi inevitabili.

La descrizione dell'A. è ampiamente illustrata da fotografie che rappresentano le più interessanti particolarità dei comandi elettrici.

V. D. Ma.

R. F. Emerson — **L'uso della corrente alternata nelle operazioni di carico e scarico del carbone.** Parte III. (Gen. Elec. Rev., maggio 1931, pag. 316-327).

I trasportatori sono di sei tipi: a cinghia, a secchie, a casse, a pale, a vite ed a scotimento. Tutti questi tipi trovano impiego per il trasporto del carbone.

I motori a corrente alternata, che si possono utilizzare per questi apparecchi, sono: il motore a induzione ad anelli o in corto circuito di tipo normale, il motore a induzione con forte resistenza di indotto, il motore a doppia gabbia. Il carico è generalmente forte all'avviamento, ed il funzionamento è continuo con carico costante. I motori ad anelli presentano l'inconveniente della presenza delle spazzole, che obbligano ad una costosa manutenzione; essi inoltre presentano un rendimento ed un fattore di potenza minore, consentono però di realizzare un avviamento dolce e di evitare scosse. I motori in corto circuito normali hanno l'inconveniente di una bassa coppia di spunto, quelli a forte resistenza d'indotto hanno un forte scorrimento ed un basso rendimento, mentre il motore a doppia gabbia accoppia la elevata coppia di spunto alle buone caratteristiche di funzionamento. E' preferibile usare questi ultimi motori anzichè un motore normale più potente. Nel caso di motori chiusi invece la coppia di spunto è generalmente sufficiente.

Per i trasportatori a due velocità si usano motori con cambiamento del numero dei poli o due motori separati, quando il funzionamento a velocità ridotta avvenga per un tempo piuttosto lungo, e ciò allo scopo di avere un miglior rendimento e migliori caratteristiche di funzionamento, mentre, quando il funzionamento a velocità ridotta ha solo carattere eccezionale, si riduce la velocità del motore mediante l'inserzione di reostato di regolazione.

Altre macchine occorrenti nella manipolazione del carbone sono i disintegratori e i polverizzatori. Si hanno diversi tipi, ma tutti presentano le seguenti caratteristiche: fortissima coppia di spunto dovuta all'attrito ed all'inerzia del sistema; funzionamento continuato a velocità costante ed a carico leggermente oscillante; possibilità di forti punte dovute alla presenza di rottami di ferro; marcia in un sol senso. Si usano motori asincroni in corto circuito, e a anelli, motori sincroni e super-sincroni. I motori asincroni in corto circuito debbono essere previsti per una durata di avviamento molto forte e offrono il vantaggio, comune ai motori ad anelli, dello scorrimento, che permette all'inerzia del sistema di intervenire per aiutare a superare le punte dovute alla presenza di rottami di ferro. I motori sincroni hanno l'inconveniente della necessità di usare l'eccitatrice provvista di collettore facile a logorarsi nell'atmosfera impregnata di polvere

di carbone, a meno che il motore non si trovi in un locale separato, e della costanza della velocità, che obbliga la linea di alimentazione a sopperire da sola alle punte di carico. Eguali sono le caratteristiche dei motori super-sincroni. *C. G. E.* (*)

CONDUTTURE.

S. MURRAY JONES — **Gli isolatori per nebbia.** (E. W., 20 dicembre 1930, pagg. 1139-1141).

La formazione di archi sulle linee che attraversano zone nebbiose, soprattutto per nebbie saline, è dovuta, più che alla nebbia stessa, ai depositi di polvere igroscopici e porosi che facilitano la condensazione. In tali casi l'elemento tipico da prendersi in considerazone nell'isolatore è la resistenza superficiale e l'A. indica il modo di condurre la determinazione delle traiettorie resistenti nei tipi comuni di cappe. Nel caso di catene di isolatori, occorre pure mettere in calcolo la distanza tra centro e centro dei vari elementi. Stabilito il principio di evitare per quanto è possibile, gli angoli acuti nelle sagome degli isolatori, si può ottenere una buona protezione contro la nebbia usando due isolatori fissi in serie oppure costituendo le catene a sospensione di elementi del tipo fisso. Notevole importanza riveste la questione della pulitura che può essere fatta con linea in tensione mediante getti a pressione di acqua ad elevata resistenza elettrica. Ma meglio è periodicamente procedere ad una pulitura diretta per strofinamento, dopo aver staccato naturalmente la linea della rete. *G. Cc.*

G. G. SMAIL, R. J. BROOKSBANK, W. M. THORNTON — **La resistenza elettrica dei veli liquidi deposti sulle superficie vetrificate.** (J. I. E. E. Londra, marzo 1931, pagg. 427-436, con 15 figure).

Sulla superficie degli isolatori esposti all'aria umida si depongono degli strati sottilissimi di acqua di spessore compreso fra 1/100 e 1/10 di micron, tanto aderenti da far ritenere che fra le molecole di acqua e quelle del vetro avvengano delle vere reazioni chimiche (soluzione dei composti alcalini del vetro nell'acqua); un fenomeno analogo si presenta anche alla superficie degli isolatori di quarzo puro mentre è praticamente trascurabile se la superficie è coperta con paraffina. Sembra che la tensione di vapore di questi veli liquidi sia molto minore e la tensione superficiale maggiore dei valori che si riscontrano nell'acqua in condizioni normali. Gli AA. hanno studiato un apparecchio speciale per misurare la resistenza dei veli superficiali su isolatori cilindrici; sull'isolatore si dispongono 3 anelli metallici equidistanti; quelli esterni sono collegati insieme ad un polo di una batteria di pile e l'anello intermedio ad una coppia di quadranti dell'elettrometro di Dolezalek. L'ago mobile di questo tende a raggiungere la posizione corrispondente alla tensione applicata agli anelli esterni impiegando però un certo tempo proporzionale alla capacità dell'elettrometro; si può dedurre la resistenza del velo liquido esistente fra gli elettrodi dalla conoscenza delle seguenti grandezze: tempo impiegato dall'indice per spostarsi di 1 mm sulla scala, capacità e costante dell'elettrometro, valore della tensione applicata agli elettrodi esterni. L'isolatore cilindrico presentava un foro assiale atto a riscaldarlo ed a sopraelevare la sua temperatura superficiale rispetto all'ambiente circostante; l'isolatore era chiuso in un recipiente saturo di umidità ed a temperatura costante. Dalla resistenza così misurata è poi facile dedurre il valore della resistività riferita al cm^2 di superficie.

Se si diminuisce la temperatura superficiale di un isolatore di quarzo anche la resistività superficiale diminuisce fino a raggiungere il minimo quando si uguaglia la temperatura dell'ambiente circostante, se ora si raffredda ulteriormente l'isolatore la resistività superficiale torna ad aumentare fin quasi al doppio e l'acqua si condensa con maggiore abbondanza sull'isolatore. A questo punto il velo liquido si rompe in tante goccioline specialmente nei punti della superficie che presentano delle rigature; il diametro delle goccioline determinato al microscopio è risultato di 0,7 micron, la teoria assegnerebbe alle goccioline un diametro minimo di almeno 6 volte lo spessore dello strato originario. Il valore minimo della resistività superficiale che si verifica al punto di condensazione è indipendente dalla temperatura di condensazione ed è di circa $10^{11,5}$ ohm/cm^2 quando l'ambiente è saturo di umidità; il valore massimo è di 10^{15} ohm/cm^2 e si verifica quando la superficie dell'isolatore si trova ad una temperatura di circa 9° C maggiore di quella dell'ambiente. Oltre questo limite il velo liquido scompare e la resistenza superficiale non è più misurabile. La resistività superficiale alla temperatura T è valutabile con la seguente formula:

$$\log \rho = 11{,}4 + 0{,}4\,(T - T_c)$$

dove T_c è la temperatura di condensazione.

Se l'umidità relativa dell'aria è minore del 100 % la resistenza superficiale aumenta e può diventare anche di 10^{16} ohm/cm^2 quando l'umidità relativa è del 40 %. Più complesso è il fenomeno nel caso che si diminuisca la pressione dell'aria attorno all'isolatore; lo spessore del velo liquido diminuisce sensibilmente e la resistività quindi aumenta fino ad un massimo oltre il quale torna a diminuire. Il valore della pressione a cui si verifica questo massimo è minore quando la umidità relativa scende a meno del 100 % senza peraltro diventare mai minore di 250 mm di mercurio.

Le scariche superficiali degli isolatori a catena che si verificano specialmente con tempo umido in seguito a variazioni brusche della temperatura sono spiegabili con la presenza di questi veli d'acqua superficiali invisibili che preludono alla condensazione in forma visibile del vapore d'acqua contenuto nell'atmosfera; la presenza di sale polverizzato nell'aria rende più conduttori i veli liquidi superficiali come è stato verificato sulle linee aeree in riva al mare. *I. L.*

CONVERTITORI, RADDRIZZATORI, ECC.

C. A. SABBAH — **Convertitori statici di tipo serie-parallelo.** Parte I. (Gen. Elec. Rev., maggio 1931, pag. 287-301).

Il venir meno dell'azione valvolare in un raddrizzatore è analogo a quanto si verifica in un tubo a vuoto nel passaggio dalla scarica luminescente alla scarica ad arco; il fenomeno dà luogo, in ambedue i casi, ad una enorme corrente di corto circuito interno.

L'A. indica quali sono i percorsi seguiti da questa corrente e mostra come sarebbe conveniente che su essi venissero inserite forti impedenze per limitare la corrente stessa. Coi comuni circuiti però tali impedenze farebbero sentire la loro azione anche nel funzionamento normale, e perciò ne risulterebbe una pessima curva di regolazione. Partendo invece da uno dei comuni circuiti muniti di filtri per l'assorbimento delle armoniche pericolose per le interferenze telefoniche, si possono realizzare degli schemi, nei quali alla corrente dovuta all'eventuale mancata azione valvolare, viene offerta una rilevante impedenza, mentre il circuito presenta una specie di risonanza per le correnti normali o, per così dire, positive. Daltra parte le bobine di reattanza ed i condensatori richiesti non sono più dispendiosi di quelli usati per i comuni filtri. Viene quindi descritto ed analizzato il funzionamento di quattro circuiti così costituiti.

L'efficacia dei circuiti descritti è confermata da esperimenti in cui i raddrizzatori vennero sottoposti senza inconvenienti a tensioni parecchie volte superiori a quelle che abitualmente avrebbero potuto sopportare (per es. 500 volt invece di 220 volt garantiti).

Aggiungendo le griglie ai raddrizzatori e qualche opportuno condensatore ai circuiti, questi ultimi possono essere usati per la conversione di corrente continua in alternata, purchè si fissi opportunamente la fase dell'eccitazione delle griglie. Se convenientemente proporzionati, i circuiti così ottenuti hanno alcuni punti di vantaggio sui comuni tipi già usati per conversione della corrente continua in alternata, specialmente per quel che riguarda il tempo necessario per la deionizzazione dopo che uno degli anodi ha cessato di lavorare; anche questi risultati teorici sono confermati da vari oscillogrammi ottenuti da prove effettive.

Inoltre risulta analiticamente, ed è confermato anche dalla pratica, che si può variare la tensione alternata tra un valore metà e un valore doppio di quello della tensione continua e si può variare la frequenza della prima entro larghi limiti cambiando soltanto le costanti dei circuiti di alimentazione delle griglie.

L'A. dà quindi alcuni criteri generali da tenere presenti nel progetto dei circuiti raddrizzati del tipo descritto e fa seguire in appendice un'analisi matematica generale dei circuiti stessi, mostrando come si possono determinare i valori delle varie parti e delle costanti dei circuiti. *C. G. E.*

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

GAEBELEIN — **Rilievi tecnici sui piccoli motori elettrici.** (E. u. M., N. 10, 8 marzo 1931, pag. 185-187, 5 figure).

Le considerazioni si riferiscono ai motori piccolissimi, di potenza non superiore a 736 W, che trovano impiego nell'economia domestica oppure sono applicati al comando di ventilatori, macchine da cucire, autopompe, ecc. Si tratta di motori che, privi di supporti e di scudi-supporto, formano un complesso unico con la macchina comandata, oppure di motori con scudo supporto a flangia, direttamente avvitato alla macchina stessa. A seconda dell'energia disponibile si possono costruire tali motori per corrente continua od alternata, oppure adatti contemporaneamente per corrente continua o monofase. I vari tipi di motori impiegati presentano delle singolarità che li caratterizzano e che delimitano il campo di applicazione di essi:

1. - *Motore a corrente continua in serie.* — La velocità di questi motori cresce col diminuire del carico e può raggiungere valori eccessivi quando il motore si scarica completamente. Sono quindi opportuni dei dispositivi di sicurezza per evitare le conseguenze di una velocità troppo elevata. I motori sono adatti per il comando di macchine che devono essere avviate a pieno carico avendo una coppia di spunto doppia di quella normale.

2. - *Motore a corrente continua in derivazione.* — A parità di tensione di alimentazione, la velocità del motore si mantiene pressochè costante. Essa vi può tuttavia regolare entro certi limiti agendo sul campo oppure inserendo una resistenza sul circuito d'indotto. La coppia di spunto raggiunge 1,8 volte quella normale e rende il motore adatto al comando di macchine che devono essere avviate a pieno carico.

3. - *Motore trifase.* — I motori di questo tipo hanno il rotore in corto circuito e presentano i pregi di un piccolo costo, di una grande sicurezza di esercizio e di una manutenzione minima. La loro velo-

(*) Le recensioni a firma *C. G. E.* sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

cità è costante e non può essere regolata. La coppia di avviamento eguaglia il doppio di quella normale.

4. - *Motore monofase ad induzione.* — Anche questi motori hanno il rotore in corto circuito e non ammettono regolazione della tensione. Non sono adatti che per avviamento a vuoto oppure a carico molto basso, avendo una coppia di spunto eguale a circa 3/4 di quella normale. Per l'avviamento viene utilizzato un avvolgimento ausiliario dello statore, che viene disinserito quando il motore ha raggiunto la sua velocità normale.

5. - *Motore monofase ad induzione per auto-avviamento.* — Per l'avviamento dei motori di questo tipo si utilizza una gabbia dello statore; sono superflui altri mezzi ausiliari. La coppia di avviamento è eguale ai 3/5 di quella normale; la velocità si può regolare entro un campo ristretto. Questi motori sono eseguiti soltanto per piccolissime potenze.

6. - *Motore monofase a repulsione.* — I motori hanno un collettore con due spazzole. La velocità varia col carico ed, a parità di carico, essa è in funzione della frequenza della rete e del numero dei poli. La coppia d'avviamento eguaglia 2,5 volte quella normale; tali motori sono quindi adatti per avviamento a pieno carico. Essi non sono sovraccaricabili.

7. - *Motori universali.* — Sono egualmente adatti per alimentazione con corrente continua oppure con corrente alternata e sono costruiti come un motore a corrente continua eccitato in serie. La loro velocità cresce col diminuire del carico e può raggiungere valori pericolosi quando il carico viene a mancare. La coppia di spunto varia da 1 a 2 volte quella normale e con alimentazione a corrente alternata è più piccola di quella che si ha alimentando con corrente continua. Essi sono adatti per il comando di macchine da avviare a pieno carico.

8. - *Motore sincrono per avviamento in asincrono.* — Questi motori si possono avviare con corrente trifase o monofase ed hanno l'indotto in corto circuito. Sono adatti per il comando di macchine che devono funzionare a velocità costante ed ammettono una coppia di spunto eguale a quella normale se sono trifasi, eguale a 1/3 di quella normale se sono monofasi.

L'A. si sofferma su alcuni criteri che vanno tenuti presenti nella scelta dei piccoli motori e che si riferiscono alla giusta scelta della potenza effettiva in relazione al servizio continuo od intermittente ed alla giusta valutazione delle sollecitazioni cui possono andar soggetti i motori. *V. D. Ma.*

J. P. Foltz – W. F. Shirk — **Rumori prodotti dai regolatori a induzione.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 352-354, con 3 figure).

L'esperienza acquisita da tempo sui piccoli regolatori a induzione ha dimostrato che soddisfacenti risultati circa la diminuzione dei disturbi sonori prodotti da tali macchine possono essere ottenuti mediante una accurata costruzione dei supporti e una esatta centratura delle parti ruotanti. Nelle macchine più grandi questi accorgimenti meccanici non sono più sufficienti. I rumori che si producono nei regolatori a induzione possono classificarsi in tre categorie: 1) vibrazioni causate da forze radiali prodotte dal flusso magnetico nell'interferro, le quali (in un regolatore a due poli) producono una deformazione elittica dello statore; tali vibrazioni vengono trasmesse, attraverso l'olio, al cassone; 2) vibrazioni derivanti da non perfetta centratura del rotore rispetto allo statore, ciò che fa vibrare il rotore e lo statore analogamente a travi appoggiate agli estremi e caricate da forze normali; 3) vibrazioni torsionali.

I rumori più importanti derivano, nei grandi regolatori, dalla causa 1); esistono formule matematiche che, sulla base di semplici ipotesi, permettono, in sede di progetto, di prevedere l'ampiezza delle vibrazioni che assumerà lo statore della macchina in servizio; esse possono essere ridotte rendendo più rigido lo statore. Nel caso di eccentricità del rotore, le forze prodotte su di esso dal campo magnetico non si equilibrano più e il rotore si inflette dalla parte dell'intraferro più piccolo; si generano vibrazioni di frequenza doppia della tensione applicata e esse si trasmettono al coperchio e al cassone. Le vibrazioni torsionali possono produrre disturbi sonori specialmente nella vite e nei segmenti che possono dar luogo a vibrazioni di alta frequenza: vi si rimedia con collegamenti elastici fra rotore e segmenti o fra la vite e il coperchio. Anche un accurato studio del cassone può giovare, per eliminare eventuali casi di risonanza: lo studio analitico è però praticamente impossibile quando esistono i tubi di raffreddamento che complicano il sistema meccanico. *R. S. N.*

ELETTROTECNICA GENERALE.

K. Hessenberg — **Sull'impiego delle componenti simmetriche e degli schemi equivalenti nel calcolo delle perturbazioni nelle reti trifasi.** (E. u. M., N. 15-16, 12-12 aprile 1931, pag. 273-276, 299-304, 7 figure).

Il metodo delle componenti simmetriche, impegato dapprima da Hommel ed in seguito, su vasta scala, da Fortescue e da altri autori, permette di studiare con relativa facilità i fenomeni asimmetrici che hanno luogo nelle reti trifasi.

L'A., a conferma di questo, espone alcuni suoi punti di vista nel metodo stesso che applica all'esame di alcune perturbazioni che si possono verificare in pratica. Egli dimostra in particolare, che il calcolo del corto circuito bifase in una rete comunque caricata si può ricondurre al calcolo di una rete caricata simmetricamente. In modo analogo, si prova che l'impiego degli schemi equivalenti facilita la determinazione dell'influenza del carico asimmetrico di una rete trifase. Anche per lo studio delle perturbazioni che interessano il punto neutro dei sistemi trifasi, il metodo si presta molto utilmente. *V. D. Ma.*

IDRAULICA.

D. Negrotti — **Contributo sul raffreddamento della roccia perforata da gallerie a sezione retta circolare per condotta forzata d'acqua.** (Energia El., agosto 1931, pag. 658-663, senza figure).

L'A. affronta in via strettamente matematica il problema, basandosi sulle teorie della propagazione del calore nei mezzi omogenei, per onde cilindriche. Ammette che l'andamento ciclico annuo della temperatura dell'acqua scorrente nella condotta in roccia sia esprimibile con una funzione sinusoidale del tempo e riferendo il manufatto e le masse della roccia circostante a una terna di assi ortogonali scrive l'equazione alle derivate parziali della temperatura in un punto generico della roccia in funzione del tempo. Da questa equazione fondamentale, con alcune ipotesi semplici e, introducendo una trasformazione per coordinate polari, arriva a stabilire un sistema di 3 equazioni differenziali. Da questo sistema passa alla integrazione stabilendo le equazioni che determinano le costanti di integrazione, e arriva ad espressioni alquanto complesse nelle quali entrano speciali funzioni sviluppabili in serie, di cui l'A. illustra alcune proprietà caratteristiche. Arriva anche a dare una espressione del raccorciamento radiale della roccia e della durata della penetrazione dell'onda di raffreddamento entro la roccia stessa.

Il problema può interessare anche le grandi dighe a gravità a pianta circolare e quelle sottili a volte multiple, quando si conosca l'andamento ciclico della temperatura dell'aria e dell'acqua rispettivamente a contatto col parametro esterno e coll'estradosso della diga. L'A. si propone di riprendere tale problema in un prossimo studio. *Ri.*

IMPIANTI.

L. J. Cissna — **Un quadro in miniatura per il comando a distanza delle centrali elettriche.** (The El. J., dicembre 1930, pag. 689-695, con 12 figure).

La trasmissione dei segnali dal quadro di comando agli apparecchi di manovra può essere fatta con maggiore economia usando dei cavi telefonici a condizione di ridurre l'intensità dei segnali allo stretto indispensabile per ottenere le manovre volute. I quadri prendono diverse forme: a pannelli verticali disposti in linea retta o secondo una circonferenza, oppure a leggìo. I bottoni di comando e le lampade di spia sono montati su degli scudi rettangolari di micarta di modeste dimensioni che alla loro volta sono poi fissati ai pannelli del quadro. Appositi sistemi di blocco automatici evitano l'esecuzione di manovre errate: ad es. la chiusura dell'interruttore di una macchina sincrona prima che le operazioni per la messa in parallelo siano terminate; il susseguirsi delle operazioni è regolato da rélais e il funzionamento di questi è poi controllato con lampadine di spia montate sugli stessi scudi.

La corrente di linea si misura a distanza a mezzo di un trasformatore di corrente avente il rapporto di 5 a 0,1 ampere; tre di questi riduttori riuniti occupano un volume di 2.000 cm^3. Gli amperometri sono pure di dimensioni ridotte avendo la larghezza di 9 cm; il consumo è di 1,5 VA compreso il consumo nei fili di collegamento della lunghezza di 1 km. I trasformatori di corrente sono stati sottoposti a delle prove severe con correnti primarie persino di 100 A. allo scopo di determinare la tensione secondaria a circuito aperto; il valore di tale tensione è risultato sempre minore di 100 volt. Si usano anche dei riduttori di tensione ausiliari per abbassare la tensione da 100 a 50 volt, valore questo più adatto per i cavi telefonici. I cavi sono provati a 1.000 volt per 20 sec. fra i conduttori e a 3.500 volt rispetto al piombo. L'impianto di comando a distanza è alimentato normalmente a c. a. a 48 volt e, in caso di interruzione, con c. c. di eguale tensione a mezzo di una batteria di accumulatori.

Al comando a distanza è sempre aggiunto quello manuale che serve di controllo al primo. La distanza alla quale conviene applicare il sistema di comando telefonico è di solito compresa fra 300 e 800 m; il pregio principale del sistema telefonico è di consentire la riunione di molti circuiti in un cavo unico e si presta quindi per sviluppare al massimo il controllo automatico dell'impianto. *I. L.*

F. Muenzinger — **Le quattro tendenze attuali nella costruzione delle centrali termiche.** (Elektrizitätswirtschaft, aprile 1931, pagg. 217-222. con 12 figure).

Il prezzo di un impianto a 100 atmosfere dipende sopratutto dalle caldaie e dal surriscaldamento intermedio. Questa costa molto e fa risparmiare poco combustibile, però è necessario nei riguardi del funzionamento della parte a bassa pressione della turbina. Il surriscaldamento con vapore fresco si può realizzare più facilmente che non coi gas combusti, ma riesce meno conveniente. Per le caldaie con surriscaldamento intermedio si sono ormai assunti ben definiti tipi costruttivi.

Si è cercato di raggiungere o superare i rendimenti degli impianti a vapore ad alta pressione, usando cicli a 2 fluidi, di cui il più noto è quello Emmet a mercurio. L'impianto a mercurio da 23.000 kW

nella centrale South Meadow ha lavorato per 9 mesi consumando 2560 calorie alla pressione di 6 atmosfere e la temperatura iniziale di 390°. Altri 2 impianti a mercurio da 50.000 kW ciascuno sono ora in costruzione, e meritano di essere tenuti in considerazione anche nei paesi europei.

Coi progressi ottenuti nei materiali di costruzione delle macchine si sono potute gradatamente aumentare le sollecitazioni specifiche di esse. Le turbine ora costruite sopra i 60.000 kW, a 3000 giri, sono meno costose delle macchine a 1500 giri. Si possono ridurre i costi anche usando macchine e caldaie più grandi. Infatti colla lignite si arriva a caldaie da 100 tonn/h di vapore, col carbon fossile e griglie fino a 200 tonn/h e col carbone in polvere fino a 600 tonn/h. La più grande turbina ad unità multiple ora in servizio raggiunge 210.000 kW, la più grande ad una sola unità arriva a 160.000 kW.

Le direttive generali di costruzione e di organizzazione possono specialmente influire sulla riduzione del costo di produzione della energia di punta, che può prodursi in impianti a vapore normali o con accumulazione per mezzo di pompe, o con un accumulatore di calore od infine con motori Diesel. Bisogna esaminare caso per caso l'opportunità degli impianti di pompe in funzione del diagramma di carico della rete e delle altre centrali unite. Meritano di essere tenuti in conto gli accumulatori di calore perchè sono facili ad installarsi e perchè si prestano molto ad aumentare il carico di punta delle centrali esistenti a vapore. I motori Diesel possono convenire, ad onta del prezzo elevato del combustibile liquido, per il loro grande rendimento. Anche gli impianti a vapore però si prestano benissimo alla copertura di forti punte di carico, purchè si tengano presenti nel progettarli questi fatti: la caldaie pel carico di punta debbono essere miste: a griglie soffiate ed a combustibile polverizzato; le caldaie devono essere provviste di forte tiraggio e d'intenso soffiamento di aria sotto la griglia; le macchine ausiliarie più importanti (come ventilatori, pompe, ecc.) devono essere comandate con turbine a vapore a ricupero; le turbine principali devono avere grande capacità di sovracarico ed essere accoppiate a generatori dimensionati molto largamente. Del resto, tutto considerato, risulta conveniente che anche le centrali destinate al carico base si costruiscano colle norme sopra elencate, le quali dovrebbero sempre osservarsi nella costruzione di nuove centrali termiche. *Ri.*

W. M. HANNA — **Perchè le Società elettriche adottano le centrali automatiche.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1901, pag. 275-279).

E' difficile valutare i vari fattori di economia che entrano in gioco. Il più evidente è la riduzione del personale; si è però in generale costretti ad aumentare le protezioni dell'impianto, ciò che però si risolve in un secondo fattore di economia, poichè si può registrare una effettiva diminuzione di danni in confronto a quanto avviene nelle centrali poco protette e dotate di servizio di sorveglianza. Un terzo vantaggio è quello del miglioramento del servizio.

L'automatismo presenta notevoli vantaggi, specialmente nelle centrali idroelettriche, perchè consente la eliminazione di ogni errore di manovra, e perchè con esso si realizza una sicura indicazione della circolazione dell'olio e della temperatura nei cuscinetti. La regolazione automatica della tensione è poi applicata ormai in tutte le centrali di una certa importanza in seguito ai grandi vantaggi dimostrati. Per la migliore regolazione della frequenza si è inoltre reso più semplice il servizio in parallelo tra le varie reti.

Nelle sottostazioni di trasformazione, di conversione e di rifasamento, si ottiene la regolazione automatica del fattore di potenza, della tensione, della potenza attiva e reattiva; in esse, come del resto nelle centrali idrauliche, si fa l'inserzione o l'esclusione automatica successivamente di ogni gruppo a seconda della richiesta di potenza.

In molti impianti automatici di distribuzione è prevista perciò la richiusura automatica degli interruttori subito dopo l'apertura avvenuta in conseguenza del guasto. Se il guasto è di natura transitoria, viene in tal modo ripreso il servizio; se invece il guasto permane, la apparecchiatura automatica interrompe definitivamente la sezione, permettendo al personale di intervenire. *C. G. E.*

MISURE.

O. HOWARTH — **Le misure di potenza negli impianti trifasi.** (J. I. E. E., Londra, marzo 1931, pagg. 381-393 e discussione fino a pag. 403, con 15 figure).

La totalizzazione della potenza sui circuiti trifasi, con o senza neutro, di uno stesso impianto può essere fatta a mezzo di sistemi: meccanici, elettrici o misti; questi ultimi servono specialmente quando i circuiti sono in numero maggiore di due. La totalizzazione diventa indispensabile quando si vuol conoscere il valore della potenza massima assorbita o consumata dall'impianto. Gli indicatori di massimo sono di solito degli apparecchi di scarsa precisione perchè l'ampiezza della scala deve essere proporzionata alla potenza massima prevedibile nell'impianto mentre di solito la deviazione dell'indice deve essere limitata ad 1/4 ed anche meno della scala; in un tipo moderno di indicatore la scala è stata ampliata virtualmente fino a 6,25 m con la disposizione ingegnosa di 4 rulli numerati alla periferia: i primi 3 segnano le migliaia, le centinaia e decine, il quarto porta sul bordo 100 divisioni numerate di 5 in 5. La lettura resta segnata su un nastro di carta contemporaneamente per i 4 rulli ad intervalli di tempo costanti dopo di che i 4 rulli ritornano tutti nella posizione iniziale. Il movimento dei rulli è comandato da impulsi elettrici che partono dai contatori in ragione di 1 ad ogni giro del disco; questo strumento và in fondo scala con 10.000 impulsi di corrente nell'intervallo di tempo detto sopra e permette quindi un'approssimazione del 0,1 % anche ad 1/10 del carico massimo.

Analoghe difficoltà si presentano nella misura dei kVA massimi; il metodo migliore a tale riguardo sembra essere quello di misurare la potenza reale e quella reattiva con due strumenti che diano delle deviazioni proporzionali rispettivamente al coseno ed al seno dello sfasamento e poi calcolare il valore della potenza apparente. La potenza reattiva si può anche misurare con due contatori ordinari sfasando di 90° le tensioni applicate ai circuiti voltmetrici a mezzo di due autotrasformatori ausiliari. I contatori che si adoperano per misurare l'energia sono sempre del tipo ad induzione; i contatori ad equipaggi multipli (2 o 3) servono sulle linee trifasi senza o con filo neutro. Anche in questi casi sono però preferibili i contatori monofasi sia perchè più facili da tarare sia perchè più esatti anche quando vi sono delle sensibili differenze di carico fra le linee. I contatori monofasi si costruiscono fino ad una corrente massima di 100 ampere e quelli polifasi per 50 A. I contatori ad equipaggi multipli presentano di solito il difetto che i campi magnetici delle bobine inserite sulle diverse fasi reagiscono fra di loro e si influenzano reciprocamente; il contatore dovrà essere tarato nelle stesse condizioni nelle quali dovrà poi funzionare.

L'A. riferisce degli errori prodotti dall'inserzione dei trasformatori di misura fra la linea ed i contatori e dei metodi più usati per la taratura dei medesimi. Nella taratura di solito non si tiene conto della temperatura del contatore mentre è noto che in servizio continuo lo strumento si scalda; la costante misurata a freddo può differire persino dell'1 % (più frequentemente del 0,5 %) dal valore che si rileva dopo un periodo di funzionamento di qualche ora. *I. L.*

H. VOIGT — **Semplificazione del metodo a vuoto per la determinazione della resistenza rotorica nei motori asincroni.** (E. u. M., N. 9, 1 marzo 1931, pag. 167-168, 2 figure).

Riferendosi ad un suo precedente lavoro (*E. u. M.*, 48, 1930, pag. 925-927), l'A. indica in qual modo si può semplificare il procedimento indicato per determinare la resistenza rotorica dei motori asincroni. Riportando in un sistema cartesiano la potenza assorbita da un motore N_1 diminuita della potenza dissipata nel rame dello statore N_{cu1}, si ottiene un diagramma $N_1' = f(s)$ che presenta nel campo dei piccoli scorrimenti, un andamento rettilineo con una discontinuità in corrispondenza del sincronismo. La differenza fra le due ordinate riferite al punto $s = 0$ è notoriamente eguale al doppio della potenza assorbita per isteresi nel ferro del rotore. Ne consegue facilmente che le ordinate del diagramma rettilineo anzidetto riferite alla parallela all'asse degli scorrimenti tracciata per il punto superiore del diagramma in corrispondenza del sincronismo rappresentano, la potenza assorbita dal rotore N_2 diminuita di quella assorbita per isteresi N_h: $N_2' = N_2 - N_h$. D'altra parte, l'A., partendo dall'equazione:

$$N_2' = J_2^2 \cdot \frac{r_2}{s}$$

che esprime N_2' in funzione della corrente e della resistenza rotorica e dello scorrimento, dimostra che, con alcune semplificazioni, si arriva ad esprimere r_2 mediante la relazione:

$$r_2 = \frac{U^2 s}{N_2'} \Omega$$

in funzione della tensione d'alimentazione U.

Poichè $\frac{s}{N_2'}$ esprime la cotangente trigonometrica dell'angolo che la retta $N_1' = f(s)$ forma con l'asse delle ascisse, questo rapporto è noto quando sono conosciuti due punti della retta stessa. E' sufficiente, quindi, determinare la potenza assorbita a vuoto e quella assorbita ad un altro carico basso. Nota la retta ed il suo coefficiente angolare la resistenza del rotore r_2 si deduce di conseguenza. *V. D. Ma.*

T. G. GASTER – E. DIETZE – G. T. STANTON – R. S. TUCKER — **Un nuovo istrumento per l'analisi dei rumori.** (Elec. Eng., maggio 1931, pagg. 342-343, con 3 figure).

I laboratori del « Bell System » hanno recentmente studiato e costruito un nuovo apparecchio per l'analisi e la misura dei suoni e dei rumori, che ha le caratteristiche di essere di semplice manovra, di rapido uso, e facilmente trasportabile. Esso consiste essenzialmente in un microfono che converte l'energia sonora, meccanica, in energia elettrica, in un amplificatore a molti studi, un dispositivo di regolazione, un gruppo di circuiti destinati a dare, nella misura, diverso « peso » alle componenti di diversa frequenza (analogamente a quanto si verifica nell'orecchio umano), un rettificatore e un apparecchio indicatore. L'apparecchio è graduato in unità fisiche indipendenti da ogni « equazione personale » dell'osservatore. La scala è graduata in unità che corrispondono a una pressione di 1 dina per cm² esercitata da un'onda alla frequenza di 1000 periodi liberamente propagantesi; i livelli sonori sono espressi in decibel al di sopra di tale valore assunto come livello sonoro di riferimento e corrispondente all'incirca al limite minimo di udibilità per un osservatore medio.

Il campo di applicazione dell'istrumento si estende da 10 a 100 decibel sopra il livello di riferimento, e a frequenza da 50 a 10.000 periodi per secondo. L'istrumento è molto rapido, rispondendo a variazioni sonore in un tempo di circa 0,2 secondi ciò che ha molta importanza per l'attendibilità delle letture. Esso è completamente schermato contro i campi elettrostatici e i campi elettromagnetici di dispersione.

Si sta modificando l'apparecchio in modo da renderlo anche atto a effettuare una analisi quantitativa delle componenti di varia frequenza di un suono, o alla misura dell'energia sonora in particolari bande di frequenza. *R. S. N.*

MOTORI PRIMI.

R. Froelich — **La circolazione dell'acqua nelle caldaie a tubi d'acqua.** (Wärme, 20 giugno 1931, pagg. 465-468, con 4 figure).

Per la valutazione della velocità di circolazione dell'acqua nei tubi delle grandi caldaie si sono seguite finora due vie. Una consiste nel calcolare tale velocità in via puramente teorica; si arriva così ad una rappresentazione del fenomeno che, se non è esatta, permette tuttavia di arrivare a valori molto prossimi alla realtà e mette in evidenza le principali caratteristiche del fenomeno stesso. L'altra via è quella di affrontare il problema con mezzi sperimentali, ciò che è stato fatto però finora soltanto in modo molto incompleto.

L'A. sviluppa una formola ricavata in via teorica per il calcolo della velocità di circolazione, la quale si presta a misure sperimentali col metodo dei modelli. La velocità di circolazione dipende teoricamente da 2 funzioni: la prima si basa sul fenomeno delle differenze di peso specifico dell'acqua e rispettivamente del vapore nei diversi punti delle caldaie; l'altra collega il fenomeno della trasmissione del calore colla variazione del peso specifico.

Partendo da queste due formule fondamentali l'A. arriva ad una unica espressione per la velocità di circolazione. La formola contiene parecchie costanti complesse, il calcolo delle quali è però grandemente facilitato dall'uso di appositi diagrammi tracciati dall'A. I risultati ottenuti si possono ritenere sufficientemente vicini a valori pratici nelle condizioni normali delle caldaie. La velocità di circolazione presenta un valore massimo che è indipendente dalla trasmissione del calore e dipende soltanto dalle particolarità costruttive della caldaia. *Ri.*

R. Boese Fr. Buethner — **Sviluppo e costruzione delle caldaie a grande produzione.** (Wärme, 1 agosto 1931, pagg. 581-587, con 14 figure).

L'A. riassume dapprima i progressi successivamente compiuti nella costruzione delle caldaie, specie per quanto riguarda il miglioramento delle condizioni di trasmissione del calore e l'utilizzazione del calore radiato.

Problemi difficili sono sorti riguardo ai materiali da impiegare, che devono essere sottoposti a grandi sollecitazioni meccaniche (per l'aumentata pressione di esercizio) e ad elevate temperature. Gli acciai al carbone poco si prestano e devono essere sostituiti da acciai speciali che conservano anche a caldo buone proprietà meccaniche. L'A. riporta le caratteristiche di alcuni tipi di acciai al nichel o al cromo che vengono impiegati attualmente nella costruzione delle parti più delicate delle caldaie specie dei surriscaldatori. L'introduzione del preriscaldamento d'aria ha reso difficili le condizioni di esercizio delle pareti dei focolari, ma la difficoltà è stata risolta coll'introduzione delle pareti a tubi. Numerosi progressi sono stati compiuti nello studio delle modalità colle quali avviene la combustione del carbone in polvere e hanno messo in evidenza l'importanza dei fenomeni di turbolenza nella fiamma.

Anche lo studio della disposizione dei fasci di tubi e della loro influenza sulla circolazione dell'acqua e sulla trasmissione del calore ha permesso di arrivare a forme costruttive più razionali che danno elevate produzioni per metro quadrato e per ora. Il problema più difficile è quello dei surriscaldatori, date le alte temperature attualmente in uso; se essi non sono ben studiati, la temperatura delle loro pareti può arrivare anche a oltre 40° al di sopra di quella del vapore. Un rimedio è quello di aumentare la velocità del vapore nei tubi, ma su questa via si è presto arrestati dal rapido aumento della caduta di pressione. Il problema è tanto più difficile quando si tratta di surriscaldatori a calore raggiato, che entrano ora in largo uso. Difficile e non ancora soddisfacentemente risolta è la questione della regolazione della temperatura del vapore. Nelle moderne caldaie gli economizzatori fanno parte integrante della caldaia; si diffondono i tipi a tubi ad alette che permettono di ridurre in misura molto rilevanti le dimensioni complessive. Per le alte pressioni essi vengono costruiti in acciaio fucinato.

Nelle caldaie moderne difficilmente manca il preriscaldatore di aria. L'A. cita il caso di un'installazione moderna, nella quale il preriscaldatore funziona con una caduta di pressione di 200 mm d'acqua e porta l'aria fino a 700°. In qualche caso, per rendere più rapida la messa in pressione delle caldaie, si è provveduto a render possibile di escludere, durante l'avviamento, l'economizzatore in modo da mandare i fumi ancora molto caldi al riscaldatore d'aria e ottenere così nel focolare una temperatura molto elevata. *Ri.*

STATISTICA.

E. Cesari — **La produzione dell'energia in Italia nell'annata 1930.** (Energia El., luglio 1931, pag. 545-574, 2 figure).

L'A. richiama i dati principali relativi alla situazione dell'Industria Elettrica in Italia nello scorso anno. I dati si riferiscono a 1215 Imprese Elettriche private, delle quali 25 con un capitale maggiore di 50.000.000. Il capitale totale è valutato a circa undici miliardi di lire, oltre a 2,35 miliardi di prestiti esteri e a 1,25 miliardi di obbligazioni emesse in Italia. Il valore delle riserve statutarie è valutato a 296.000.000 e le riserve straordinarie e gli ammortamenti a 1987 milioni di lire. Le domande per derivazioni d'acque ammesse a istruttoria nel 1930 ammontano a 66 per 466.107 HP. La potenza efficiente degli impianti idroelettrici è valutata a 3.880.000 kW, e quella degli impianti termoelettrici a 840.000 kW. I serbatoi esistenti al 31 dicembre 1930 erano 79 con una capacità di 1301 milioni di m^3 e una energia equivalente di 1142 milioni di kWh.

Le ferrovie elettrificate contavano 1625 km di linee in esercizio con 3320 km di binari elettrificati. La importazione di energia elettrica in Italia è stata di 164 milioni di kWh, circa 80 milioni di meno che nel 1929. La produzione di energia fu complessivamente di 10.189 milioni di kWh, di cui 9.885 milioni per via idraulica e 303 per via termica. Le centrali che bruciano combustibili nazionali produssero 87 milioni di kWh pari al 28.7 % della produzione termica totale.

Alla fine del 1930 si avevano in Italia 33.960 km di linee ad alta tensione di cui 5290 a tensione superiore a 120.000 V, altri 10.710 a tensione fra 50 e 90.000 V finalmente 17.960 km a tensione fra 20.000 e 49.000 V.

Dell'energia prodotta l'85 % va attribuito alla vendita e il 15 % alla produzione per uso proprio. Il consumo per uso luce risulta di circa 830 milioni di kWh, quello per la trazione di 820 milioni, per le applicazioni agricole di 110 milioni, per energia motrice a piccole e medie industrie 2060 milioni, per la grande Industria che acquista energia 1630 milioni, per industrie varie che producono energia in proprio 1280 milioni, per impieghi diversi stagionali o di supero 1350 milioni. In complesso il consumo può dividersi come segue: luce 11,58 %; consumo industriale 77,06 %, consumo agricolo 1,46 %, trazione 9,90 %. *Ri.*

TRASFORMATORI.

M. Vidmar — **Alcune osservazioni sull'eccitazione del trasformatore trifase.** (E. u. M., N. 14, 5 aprile 1931, pag. 254-261, 14 figure).

L'A. dimostra come il problema della eccitazione del trasformatore trifase presenti delle singolarità che si rendono evidenti ad un esame non superficiale di esso. Queste si manifestano, infatti, quando si consideri il doppio vincolo dei circuiti — magnetico ed elettrico — che ha luogo per il trasformatore trifase. E' ovvia quindi la differenza di comportamento fra un trasformatore monofase ed una fase del trasformatore trifase la quale non si può considerare a sè ma soltanto in relazione con le altre due fasi. Lo studio dell'A. prescinde dalle cadute di tensione negli avvolgimenti e dalla deformazione dell'onda di corrente dovuta alla curva di magnetizzazione del ferro. Questi fattori hanno una importanza indiscutibie nel problema trattato: non falsano, tuttavia, l'esame qualitativo di esso. *V. D. Ma.*

M. Angelini — **Sulla costruzione di un diagramma per la determinazione delle cadute di tensione nei trasformatori a più circuiti.** (Energia El., giugno 1931, pag. 481-484, 4 figure).

E' noto come gli studi sulle cadute di tensione nei trasformatori a tre avvolgimenti abbiano in questi ultimi anni condotte alla proposta di parecchie formule più o meno complesse e più o meno precise. Tutti i metodi proposti implicano però calcolazioni in generale lunghe e laboriose. L'A. ha cercato di ovviare tale inconveniente mediante la costruzione di un diagramma abbastanza semplice, il quale permette di determinare rapidamente il valore della caduta di tensione che si verifica in uno qualunque degli avvolgimenti di un trasformatore a 3 avvolgimenti, qualunque siano le condizioni di carico negli altri due.

La costruzione del diagramma viene resa notevolmente più semplice, quando si possa ritenere, come avviene in molti casi della pratica, che il rapporto fra reattanza di dispersione e resistenza si mantenga lo stesso fra i diversi avvolgimenti oppure quando si possa ritenere trascurabile la loro resistenza ohmica.

La difficoltà relativa allo studio dei trasformatori a più avvolgimenti e che dipende dal numero relativamente grande di variabili che si incontrano, viene superata applicando opportunamente a questo problema un diagramma simile a quello di Perrine e Baum per le linee elettriche. L'A. illustra i fondamenti analitici del diagramma proposto e ne dimostra il modo di costruzione nel caso nel quale si possano ammettere le condizioni di semplificazione suddette. Come esempio riporta il diagramma relativo ad un trasformatore da 43.000 kVA di potenza continua su tutti e tre gli avvolgimenti e con rapporto 10.000/73.500/155.000 - 116.000 V. Sulla base del diagramma fa il calcolo numerico della caduta di tensione nei diversi avvolgimenti e in diverse condizioni di carico. *Ri.*

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

G. Crivellari — **Norme pratiche sul calcolo delle correnti di corto circuito iniziali e permanenti col metodo analitico a reattanze percentuali e col metodo semisperimentale.** (Energia El., luglio 1931, pag. 587-608, 13 figure).

L'A. espone alcune direttive pratiche che possono servire per il calcolo delle correnti di corto circuito negli Impianti di trasmissione

di energia alimentati da una o più centrali in parallelo. Il metodo di calcolo, pur non essendo scientificamente esatto, raggiunge un grado di approssimazione praticamente soddisfacente, mentre d'altra parte si presta ad essere eseguito anche da personale non eccessivamente specializzato.

Le caratteristiche dei generatori che alimentano le linee vengono rappresentate sotto la forma di 3 reattanze percentuali (sincrona, di dispersione, reazione di indotto) riferite alla tensione a carico e ammettendole invariabili qualunque sia l'entità del corto circuito. Sono poi presentati dei diagrammi che permettono di determinare rapidamente le impedenze percentuali delle linee aeree ottenendo così anche per questa parte dell'impianto un coefficiente omogeneo con quello normalmente conosciuto per le macchine.

Sulla base di tali dati l'A. svolge l'applicazione del suo metodo approssimato applicandolo successivamente al caso di corto circuiti tripolari, bipolari o unipolari. L'applicazione del metodo è illustrato dallo svolgimento di parecchi esempi numerici riferentisi a casi particolari della pratica.

Tutte queste determinazioni richiedono calcoli laboriosi, specialmente se si ha a che fare con un impianto complesso e con reti a maglie chiuse. Si può ovviare a questi calcoli col metodo semi-sperimentale che viene pure illustrato dall'A. e che si basa sul concetto di provocare nell'impianto durante l'esercizio normale una variazione di carico ΔI e di dedurre da questo e dalla corrispondente variazione ΔV di tensione nella rete, la corrente I_c di corto circuito colla formula $I_c = V\Delta I/\Delta V$. L'applicazione del metodo semi-sperimentale è pure illustrata dall'A. con alcuni esempi. Il metodo ha il vantaggio di non richiedere la determinazione delle caratteristiche elettriche delle macchine e delle linee, mentre le oscillazioni di tensione che esso impone durante l'esercizio sono così lievi da riuscire del tutto tollerabili.

In appendice sono riportati i dati relativi all'applicazione dei metodi suddetti a 2 grandi linee in esercizio. *Ri.*

F. NIETHAMMER — **Trasmissione dell'energia elettrica a distanza sotto forma di corrente continua ad altissima tensione.** (E. u. M., N. 14, 5 aprile 1931, pag. 261-264, 2 figure).

L'A. esamina le possibilità che la corrente continua offre per la trasmissione a distanza delle grandi quantità d'energia ed indica con quali mezzi potrebbe essere risolto il problema di generare, trasmettere e trasformare l'energia stessa.

I principali vantaggi che una tale trasmissione offre sono notoriamente:

1) Mancanza di correnti di carica, di sfasamenti e delle conseguenti variazioni anormali di tensione;
2) Eliminazione di compensatori di fase: condensatori sincroni, ecc.;
3) Riduzione dell'effetto corona e, quindi, possibilità di impiegare tensioni elevatissime;
4) Maggiore stabilità della trasmissione;
5) Eliminazione di tensioni e correnti nelle armature dei cavi;
6) Eliminazione delle perdite per effetto pellicolare nei conduttori pieni;
7) Semplicità negli impianti di produzione, trasmissione e conversione;

Per la produzione della corrente continua ad altissima tensione si possono impiegare dinamo in serie secondo il sistema Thury oppure raddrizzatori: rotanti, termoionici, a vapore di mercurio. Le stesse macchine, costruite con speciali accorgimenti, sono adatte per la trasformazione inversa da corrente continua in alternata. L'A. osserva, per altro, che le tensioni elevate che entrano in gioco comportano lo studio di probemi che non si possono ritenere, a tutt'oggi, risolti tutti in modo pienamente soddisfacente. Particolarmente, si può ritenere tuttora allo stadio sperimentale il problema di invertire il senso di funzionamento del convertitore a vapore di mercurio. Anche il problema della misura delle altissime tensioni continue presenta alcuni lati interessanti che l'A. illustra brevemente. *V. D. Ma.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

NORDEN — **Rimorchiatori per servizio di manovra delle Ferrovie Tedesche dello Stato.** (El. Bahnen, N. 3, febbraio 1931, pag. 76-79, 4 figure).

L'A. descrive i rimorchiatori elettrici impiegati dalla Deutschen Reichsbahn per disimpegnare il servizio di manovra nelle piccole stazioni. Questi rimorchiatori, con altri equipaggiati con motori termici, sostituiscono vantaggiosamente le locomotive a vapore la cui utilizzazione per tale servizio lascia a desiderare. I rimorchiatori elettrici sono veicoli a due assi con semplice telaio ed una piattafoma in lamiera. Sopra quest'ultima trovano posto quattro casse di contegno per le batterie ed alcuni apparecchi elettrici: tavolo di manovra, invertitore di marcia, interruttore e valvole.

La lunghezza del veicolo fra i respingenti è di 5600 mm; la larghezza massima di 3100 mm; l'altezza di 3250 mm; l'interasse rigido di 2500 mm; il diametro delle ruote motrici di 850 mm ed il peso in ordine di marcia di 11.300 kg. Uno speciale dispositivo automatico di accoppiamento facilita la manovra di agganciamento o di sganciamento dei veicoli rimorchiati.

L'equipaggiamento elettrico comporta due motori di trazione della potenza oraria di 17,5 kW che, accoppiati in serie, consentono velocità variabili da 5 a 15 km/h, per un peso rimorchiato rispettivamente da 200 a 0 t ed una autonomia corrispondente di 3,5 ÷ 62,7 km. Coi motori in parallelo, si possono rimorchiare treni da 60 - 0 t a velocità variabili da 19 a 30 km/h risp. con autonomia di 12 ÷ 48 km. Completano l'equipaggiamento: 1 batteria di 108 elementi da 105 Ah per la scarica in 3 ore; un controller; un invertitore di marcia e l'impianto d'illuminazione. *V. D. Ma.*

M. JAPIOT — **I locomotori per treni diretti della Paris-Lion-Mediterranee. (P. L. M.).** (Elektrische Bahnen, N. 2-3, pag. 34-43, 80-87, 29 figure).

L'A. descrive con molti dettagli i locomotori che la Compagnia P. L. M. ha deciso di impiegare per il rimorchio dei treni diretti sulle sue linee. Le caratteristiche generali di tali locomotori sono le seguenti:

Rodiggio	2-C + C-2	
Diametro delle ruote motrici	1600	mm
Diametro delle ruote portanti	1010	»
Interasse totale	20.800	»
Interasse rigido massimo	4600	»
Lunghezza fra i respingenti	23.800	»
Lunghezza della cassa	20.580	»
Lunghezza max della cassa	2916	»
Peso della parte elettrica	53.700	kg
Peso della parte meccanica	103.700	»
Peso della sabbia ed attrezzi	1700	»
Peso totale	159.000	»
Peso aderente	107.400	»
Peso per asse: motore	17.900	»
Peso per asse: portante	12.900	»
Numero dei motori doppi	6	
Rapporto di trasmissione degli ingranaggi	1 : 3.185	
Potenza continuativa a 1500 V: Corrente per indotto	573	A
Potenza continuativa a 1500 V: Sforzo di trazione ai cerchioni	13.000	kg
Potenza continuativa a 1500 V: Potenza ai cerchioni	3069	kW
Potenza continuativa a 1500 V: Velocità	87	km/h
Potenza oraria a 1500 V: Corrente per indotto	733	A
Potenza oraria a 1500 V: Sforzo di trazione c. s.	18.000	kg
Potenza oraria a 1500 V: Potenza c. s.	3930	kW
Potenza oraria a 1500 V: Velocità	80	km/h
Velocità massima del locomotore	130	»

V. D. Ma.

C. E. BAKER — **Sottostazioni automatiche per servizio di trazione.** (Gen. Elec. Rev., maggio 1931, pag. 280-283).

Come è noto, il principale scopo, per il quale si è stati spinti ad adottare l'automatismo delle sottostazioni, è stato quello di realizzare una economia sia mediante eliminazione di personale, sia mediante riduzione di perdite nelle macchine, ottenuta limitando il loro funzionamento a quei soli periodi di tempo in cui esso è veramente necessario. All'atto pratico si sono poi realizzati altri importantissimi vantaggi, fra i quali si devono ricordare, oltre ad un'assoluta precisione delle manovre, le ottime caratteristiche di protezione che in tal modo vengono assicurate; basta confrontare a questo proposito le poche categorie di condizioni anormali, alle quali provvedono le protezioni nelle sottostazioni a comando manuale, con l'estessimo campo di applicazione delle protezioni nelle sottostazioni automatiche. E così, per esempio, per le commutatrici sono assicurate, oltre alle consuete protezioni, anche quelle contro condizioni anormali quali sarebbero l'avviamento con spazzole abbassate sul collettore, l'inversione e la mancanza di fase, la polarità anormale, l'inversione di corrente continua, il surriscaldamento degli avvolgimenti, il surriscaldamento dei supporti, la velocità anormale, la mancanza di eccitazione, ecc.

L'A. si occupa anche di un'altra importante caratteristica, cioè dello spostamento automatico del carico da una sottostazione alle altre in caso di forti sovraccarichi nella sottostazione stessa. A questo risultato si perviene mediante un abbassamento di tensione, ottenuto, nel caso delle commutatrici e dei raddrizzatori, mediante inserzione automatica di resistenze, e, nel caso di gruppi di conversione, per mezzo di una azione automatica sul campo. E' evidente il vantaggio realizzato; pur potendosi così installare macchine dimensionate per minori sovraccarichi, si evita la disinserzione della sottostazione in caso di sovraccarichi e si ottiene una maggiore continuità di funzionamento che l'A. documenta riportando a scopo di confronto diagrammi rilevati prima e dopo l'adozione di tale sistema.

L'A. accenna anche ai dispositivi per la richiusura automatica degli alimentatori e al sistema di sezionamento delle linee, e conclude accennando alla centralizzazione del comando di tutta la rete. *C. G. E.*

L'elettrificazione delle Ferrovie Federali Svizzere. (La Traction Electrique, N. 2, febbraio 1931, pag. 33-50, 15 figure).

E' riportato un estratto dei due numeri speciali pubblicati nel 1930 dalla « Schweizerische Tecnische Zeitschrift » in occasione del completamento della prima parte del piano di elettrificazione delle Ferrovie Federali Svizzere. Il primo dei due fascicoli tratta degli impianti fissi: centrali, sottostazioni, linee di trasporto e di contatto. Il secondo fascicolo è dedicato al materiale mobile: locomotori ed automotrici. L'estratto riassuntivo riporta schemi, disposizioni degli impianti fissi e fotografie dei principali tipi di motrici. *V. D. Ma.*

CRONACA

Per una data storica nella Radiotelegrafia.

I giornali quotidiani hanno ricordato in questi giorni la ricorrenza del trentesimo anniversario delle prime esperienze di trasmissione radiotelegrafica attraverso l'Atlantico effettuata da Marconi il 12 dicembre 1901. Fra Poldhu in Inghilterra e San Giovanni di Terranova dove il grande inventore si era appositamente recato, vennero scambiati alcuni segnali dell'alfabeto Morse dando così la dimostrazione che le onde trasmesse si propagano seguendo la curvatura della terra. Da quel giorno si iniziava l'era della radiotelegrafia a grande distanza che doveva aprire la via a tanti successi e a così meravigliosi sviluppi.

Nell'occasione dell'attuale ricorrenza la Presidenza dell'A.E.I ha inviato a Guglielmo Marconi il seguente telegramma:

« *S. E. Marconi,*
Presidente Accademia Italia — ROMA.

« Nella ricorrenza trentennale della meravigliosa esperienza che prima permise alla parola di valicare gli oceani con la rapidità della luce senza altro supporto che le ali del genio, pensiero Elettrotecnici Italiani rivolgesi ancora una volta con commossa gratitudine all'insigne Collega che seppe operare il miracolo, associando per sempre nome Suo et Italia ad una delle maggiori et più benefiche conquiste che mente umana potesse sognare.

BORDONI
Presidente Assoc. Elettrotecnica Italiana ».

* *

APPLICAZIONI AGRICOLE.

L'elettrificazione rurale in Francia, ha avuto grande incremento dal 1920 e su di essa viene riferito nel numero di marzo dell'« Energia Elettrica »

Lo Stato concorre con sovvenzioni a fondo perduto dal 35 % al 50 % e con prestiti di favore a tasso non superiore al 3 %. Gli altri organismi interessati sono: Il Comune o il sindacato dei Comuni — Società cooperative fra gli agricolotri — Società di interesse collettivo agricolo (simili alle precedenti col concorso anche di non agricoltori), Associazioni sindacali (libere, autorizzate, coattive). Oggi il 70 % dei paesi è elettrificato (27.000 Comuni su 37.000).

Dall'esame di due particolari organizzazioni di elettrificazione risulterebbe che sono di più facile diffusione gli elevatori, i mulini, le trebbie, i pressatori, azionati elettricamente, anzichè l'aratura elettrica che è sempre allo stato iniziale ed è usata solo per profondità superiore ai 40 cm con trazione funicolare, Sistema Fowler. D'altra parte essa è favorita dall'elevato costo del petrolio agricolo francese (franchi 2,05 al litro). *I. P.*

CONVERTITORI. RADDRIZZATORI, ECC.

Esperienze sui raddrizzatori a vapore di mercurio con griglia di controllo. — Nei giorni 16 e 17 novembre, per cortese invito del Tecnomasio Italiano Brown Boveri, una ventina di ingegneri italiani (funzionari delle FF. SS., professori, consulenti, direttori di esercizio, ecc.) si recarono a Baden per assistere ad una interessantissima serie di dimostrazioni pratiche organizzate dalla Brown Boveri sulle nuove possibilità derivanti, nelle applicazioni dei raddrizzatori a vapore di mercurio, dalla aggiunta di una griglia di controllo fra anodo e catodo. Quando si dia a questa griglia una polarità negativa essa non può interrompere il flusso elettronico già stabilito, ma impedisce assolutamente che l'arco possa riadescarsi quando, per una causa qualunque, esso venga a spegnersi sia pure per una frazione infinitesima di secondo. Per contro, dando la polarità positiva alla griglia si ha l'immediata riaccensione dell'arco sempre che gli elettrodi abbiano la voluta polarità. Da questo semplice fatto scaturiscono interessantissime nuove applicazioni che i convenuti a Baden osservarono spesso con vera meraviglia. Di esse alcune possono già ritenersi mature per la applicazione industriale come la regolazione della tensione continua data dai raddrizzatori indipendentemente dal valore della tensione alternativa, come l'utilizzazione del raddrizzatore stesso quale interruttore automatico, e come sopratutto, l'alimentazione con corrente alternata di frequenza qualsiasi di uno speciale motore che riunisce le caratteristiche di una macchina sincrona a quelle di un motore monofase a collettore, pur non avendo più il collettore a lamelle le cui funzioni sono assunte dal raddrizzatore.

Altre applicazioni sono ancora invece allo stato sperimentale come la trasformazione di corrente continua in monofase e trifase o come il collegamento elastico di reti di diversa frequenza.

I convenuti a Baden ebbero tutti la sensazione che in un non lontano avvenire anche tali importantissimi problemi potranno considerarsi industrialmente risolti. Per quanto la frase costituisca ormai un luogo comune, si può dire veramente che i colleghi che assistettero alle esperienze ebbero la sensazione di trovarsi vicini alla famosa « *svolta della storia* ». Non crediamo di commettere indiscrezioni dicendo che assai probabilmente il prossimo congresso della A.E.I. sarà dedicato a tutte queste nuove applicazioni dei flussi elettronici. Sarà quella senza dubbio la migliore occasione per ritornare con la dovuta ampiezza su queste interessantissime esperienze che la cortesia del Tecnomasio e della Brown Boveri ha dato modo a pochi nostri colleghi di ammirare.

IMPIANTI.

E' stato recentemente approvato il progetto per la *riduzione a serbatoio del lago d'Iseo o Sebino.*

Il progetto, che interessa anche le Provincie di Bergamo e di Cremona, è costituito nella sua opera principale da uno sbarramento all'altezza di Sarnico, il quale permetterà un invaso di 50 milioni di metri cubi d'acqua, riserva capace d'irrigare d'estate circa 5000 ettari di terreno e di dare 5 milioni di chilowattora di energia invernale resa con orario continuo. Lo sbarramento consiste in quattro grandi paratoie larghe m 15,50 ciascuna, una paratoia di m 9, per la conca di navigazione ed altre otto paratoie larghe m 4,15 con le relative griglie per le derivazioni, per la Roggia Fusia e per l'impianto idroelettrico di Credaro. Tutte le paratoie, che verranno fornite dalla Tubi Togni, saranno comandate da motori rotativi azionati da olio in pressione fornito da pompe, pure rotative, direttamente accoppiate a motori elettrici e sistemate in apposito locale nella casa dei guardiani. Verrà pure installato un gruppo elettrogeno costituito da un motore termico azionante un alternatore, il quale potrà fornire l'energia elettrica necessaria per le pompe nel caso che mancasse la corrente elettrica normale derivata dalla linea aerea.

SOCIETA' SCIENTIFICHE. CONCORSI, ECC.

L'Ufficio Internazionale del Lavoro presso la Società delle Nazioni, preoccupandosi dei mezzi per diminuire la disoccupazione ha deciso di provvedere, attraverso il « Comitato di Studio delle questioni dei lavori pubblici e dell'attrezzamento nazionale », ad una inchiesta sui programmi di lavori predisposti dai diversi Paesi, considerandoli sotto l'aspetto della loro utilità e produttività. Tutti i Governi europei sono stati invitati a comunicare l'elenco dei principali piani di lavori prodisposti. Su questo materiale così raccolto sarà chiamata a dare il suo parere la Commissione di Studio per l'Unione Europea.

NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Distribuzioni elettriche Riviera di Ponente — Savona.

Il bilancio è chiuso il 30 giugno 1931 con un utile netto di L. 2.606.521,20, su cui di distribuisce un dividendo di L. 12 per ciascuna azione.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Tiberina di Elettricità — Roma.

Aumenta il capitale sociale da L. 100.000 a L. 100.000.000 con emissione di 999.000 azioni da L. 100.

S. A. Electus Officine Elettromeccaniche — Milano.

Aumenta il capitale sociale da L. 10.000 a L. 200.000 con emissione di 1900 azioni da L. 100.

Forniture Elettrotecniche — Torino.

Aumenta il capitale sociale da L. 10.000 a L. 50.000, emettendo 400 azioni da L. 100.

Compagnia Apparecchi Elettromeccanici — Milano.

Aumenta il capitale sociale da L. 5.000 a L. 100.000, emettendo 1900 azioni da L. 50.

Anonima Lucana Elettro-Agricola — Napoli.

Riduce il capitale da L. 400.000 a L. 150.000 riducendo le azioni da L. 1.000 a L. 300.

COSTITUZIONI, FUSIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETA'.

Laboratori Elettrotecnici S. A. — Milano.

Si è costituita la S. A. col capitale di L. 7000 in azioni da L. 100.

Anonima Commercio Prodotti Elettrochimici — Roma.

Si è costituita la detta S. A. col capitale di L. 18.000 in azioni 18 da L. 1000.

S. A. Elettrodinamica — Milano.

Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

Esercizio Veicoli Elettrici — Milano.

Si è costituita col capitale di L. 10.000 in azioni da L. 100.

S. A. Tramvia Novi-Ovada — Genova.

Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

S.I.T.E.R. Società Impianti Telegrafici, Elettrici, Radiofonici — Genova.

Si è costituita la detta S. An. col capitale di L. 10.000 in azioni da L. 500.

Soc. An. Radiofar — Milano.

Si è costituita detta Soc. An. col capitale di L. 30.000 in azioni da L. 100.

S. A. Sfruttamento Apparecchi Elettrici — Milano.

Si è costituita la detta Soc. An. col capitale di L. 10.000.

Soc. An. Idroelettrica del Geil — Milano.

Si è deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua liquidazione.

Società Elettromeccanica Napoletana — Napoli.

Si è costituita la Soc. An. suindicata col capitale di L. 400.000 in azioni 4000 da L. 100.

*

Compagnia Elettro-Funivie - Bologna — *Compagnia Italiana Funivie Elettriche* - Milano.

Si è deliberata la fusione delle due Società con assorbimento della seconda da parte della prima.

Società Elettrica Milani - Milano — *Società Idroelettrica Veneta*

Venne deliberata la fusione delle sue Società mediante assorbimento della prima da parte della seconda.

* *

Rassegna economica del mese di novembre.

Il viaggio a New York del Ministro Grandi ha costituito un autentico successo che può essere motivo di compiacimento non soltanto in quanto soddisfa il nostro spirito nazionale ma anche in quanto ha riflesso coll'andamento della situazione internazionale. Le chiare direttive seguite dall'Italia nella considerazione dei problemi fondamentali che oggi travagliano la vita delle nazioni erano state da tempo apprezzate in America dove le idee predominanti sono per un complesso di circostanze orientate in direzione concordante colle nostre.

Ciò spiega la simpatia colla quale il nostro rappresentante è stato accolto non solo nelle sfere ufficiali ma anche nella opinione pubblica americana. La cordialità delle accoglienze formali trova la sua rispondenza nel contenuto dei comunicati ufficiali i quali, pur nella forma rigorosamente riservata e succinta che è loro propria, esprimono molto evidentemente ed energicamente la concordanza di direttive che si è riscontrata nei colleghi americani.

Questo fatto è di grande importanza e può avere riflessi notevoli sull'andamento delle discussioni e delle trattative che si vanno preparando nell'ambiente europeo e internazionale. Un sostanziale accordo dell'America e dell'Italia avrebbe già un grosso peso per sè; ma è ben noto che anche l'Inghilterra è assai affine nelle sue vedute a quelle italiane. Tutto ciò dovrebbe facilitare la soluzione dei problemi permettendo di superare le resistenze immancabili e prevedibili o quanto meno, nella più disperata ipotesi, varrà a ben chiarire e mettere in evidenza le responsabilità presenti e future.

Non erano mancate manovre tendenti a screditare fino da principio la missione dell'On. Grandi, spargendo la voce che egli si fosse recato in America in cerca di prestiti. Ma il nostro Ministro ha avuto buon gioco opponendo la più recisa smentita e ricordando l'esito dell'ultimo prestito interno coperto più volte e osservando come un nuovo indebitamento all'estero sia assolutamente contrario alle direttive economiche seguite dal Governo italiano.

Il viaggio dell'On. Grandi resta così uno dei fatti più interessanti della vita politica internazionale del mese di novembre ed uno di quelli più ricchi di promesse e di possibilità.

Prosegue intanto lenta e faticosa la elaborazione dei principali problemi che agitano la vita europea. Mentre la prossima Conferenza pel Disarmo si delinea sull'orizzonte con pronostici piuttosto foschi e riveste dei suoi riflessi politici la trattazione di tutte le altre questioni, le condizioni economiche della Germania e le loro conseguenze immediate di indole generale continuano a preoccupare tutto il mondo economico europeo.

Dopo lunghe trattative franco-tedesche pare si sia arrivati a un accordo preventivo di massima in seguito al quale il Governo tedesco ha presentato la domanda per la convocazione del Comitato Consultivo previsto dal Piano Young, il quale dovrà indagare sulla capacità di pagamento della Germania per quanto concerne le parti condizionali delle annualità per le riparazioni. Pare però che il Comitato potrà estendere l'indagine anche alla questione dei crediti commerciali che sono stati, come è noto, immobilizzati e che interessano specialmente i banchieri americani. Il Comitato si radunerà il 17 dicembre prossimo presso la Banca internazionale dei pagamenti di Basilea.

La Germania provvede intanto a energiche misure interne per il risanamento e il ristabilimento dell'equilibrio economico generale. Non si può negare al Cancelliere Brüning una grande buona volontà ed una energica fermezza ma il compito col quale si trova a lottare è veramente difficile.

Un senso di allarme e quasi di sgomento ha ingenerato in molti Paesi l'annuncio della nuova politica doganale inglese intonata a forti concetti protezionistici. Molte proteste si sono levate e non sono mancate le minaccie di ritorsione; ma purtroppo il protezionismo doganale è un malanno dei nostri giorni, che tutti deprecano ma al quale tutti ricorrono.

Malumore ha prodotto in Austria l'annuncio che la Banca internazionale dei pagamenti ha deciso di sospendere pel momento la concessione del credito dei 60 milioni di scellini sul quale si faceva gran conto per il ristabilimento delle finanze nazionali.

L'ambiente si mantiene allarmante nell'Estremo Oriente dove il Giappone fa orecchie da mercante alle esortazioni che arrivano da Ginevra.

*

Abbiamo segnalato nelle precedenti Note il buon andamento assunto dal movimento commerciale coll'estero durante il mese di settembre, avvertendo come per la prima volta da molto tempo a questa parte la bilancia commerciale, che era sempre stata a noi avversa con largo margine di passivo, si fosse finalmente cambiata in attiva lasciando un sensibile margine di eccedenza alle esportazioni in confronto colle importazioni. Si poteva supporre che si trattasse di un fenomeno accidentale e passeggero che non potesse facilmente ripetersi; il fatto della nostra dipendenza dall'estero per molte materie prime sembrava giustificare tale opinione.

Tuttavia l'andamento progressivo assunto dalla bilancia commerciale già ormai da molto tempo, manifestava una decisa e continuata tendenza alla riduzione dello squilibrio passivo e al graduale miglioramento del rapporto fra il valore delle merci importate e quello delle merci esportate. Il risultato ottenuto nel settembre non doveva essere quindi ritenuto come un evento puramente accidentale ma come l'indice di uno stato di cose maturato poco a poco come risultato di uno sforzo perseverante.

Ed ecco infatti i risultati del mese di ottobre confermare pienamente quelli del mese precedente, dando ancora una decisa prevalenza, in valore, alle esportazioni sopra le importazioni. Secondo i dati comunicati dalle Dogane le merci entrate in Italia dall'estero hanno rappresentato un valore totale di 790 milioni di lire; nell'ottobre 1930 le importazioni erano state ben maggiori arrivando a toccare i 1366 milioni di lire; si è dunque verificata, nel solo mese di ottobre una diminuzione nel valore delle importazioni di circa 576 milioni di lire, pari al 42 %.

Da parte loro le esportazioni, sotto la pressione crescente della crisi economica mondiale segnavano esse pure una diminuzione, mantenuta tuttavia in limiti molto più ristretti. Infatti mentre nell'ottobre dello scorso anno si erano verificate esportazioni per un valore di 1065 milioni di lire, quest'anno esse sono discese soltanto a 865 milioni di lire dando luogo a una contrazione di circa 239 milioni pari al 22,5 % circa, ma superando decisamente, come si vede, il valore delle importazioni nello stesso mese dell'anno in corso.

Mentre dunque nell'ottobre del 1930 la bilancia degli scambi commerciali coll'estero aveva dato luogo a uno squilibrio passivo a nostro carico pari a 300 milioni di lire circa, quest'anno essa permette di registrare un avanzo attivo che arriva a circa 36 milioni di lire.

Si tratta di piccola cosa rispetto al movimento totale dei capitali coinvolti dagli scambi commerciali coll'estero, ma è pur sempre un dato che ha valore in quanto ci dice quello che forse molti italiani non credevano possibile; la nostra capacità cioè a sottrarci all'onere fortissimo finora rappresentato per il nostro organismo finanziario dalla necessità di mandare all'estero somme fortissime pei pagamenti delle importazioni. Somme che noi dovevamo trarre da altre partite della bilancia dei pagamenti coll'estero.

Se ciò era possibile e relativamente facile in altri tempi quando le rimesse degli emigranti rappresentavano introiti ingentissimi e sicuri, quando il movimento turistico intenso accresceva la mole delle così dette esportazioni invisibili, e i noli marittimi delle nostre navi all'estero salivano a importi notevolissimi, è diventato più arduo oggi in cui le condizioni sono assai peggiorate. La crisi economica generale si è abbattuta anche sulle colonie dei nostri emigranti isterilendo le fonti dei loro guadagni e riducendo in larga misura la corrente d'invio dei risparmi in patria; il movimento turistico si è anche esso andato riducendo così di quantità come di qualità ed è destinato, col perseverare della crisi a ulteriormente ridursi; il mercato dei noli è notoriamente in forte disagio e non si risolleverà fino a quando non riprenderanno a intensificarsi le correnti dei traffici internazionali.

In queste condizioni di cose si comprende bene come la difesa dell'equilibrio finanziario nei pagamenti coll'estero diventi una questione preoccupante e delicata che può avere riflessi assai sensibili sull'andamento della nostra economia monetaria e sulla difesa della valuta. Assai importante è perciò la riduzione di ogni voce passiva di pagamenti e particolarmente di quella riguardante gli scambi commerciali che rappresenta un elemento precipuo di tale bilancio.

Se consideriamo i risultati ottenuti finora possiamo trarre argomento a constatazioni soddisfacenti.

Infatti estendendo il confronto al periodo dei primi dieci mesi dell'anno cioè dal gennaio all'ottobre noi vediamo che nel 1930 si erano importate tante merci per complessivi 14.432 milioni di lire, contro una massa di esportazioni rappresentante un valore di 10.109 milioni. Lo squilibrio era dunque arrivato, al 31 ottobre, a circa 4320 milioni di lire. Invece nei primi dieci mesi di quest'anno le importazioni si sono ridotte a 9894 milioni di lire, con una contrazione di 4538 milioni di lire pari al 36% circa, mentre le esportazioni arrivarono a 8236 milioni riducendosi soltanto di 1873 milioni cioè del 18 % circa. Per conseguenza nei primi dieci mesi del 1931 lo squilibrio commerciale si è ridotto a 1658 milioni di lire, e la bilancia dei pagamenti presenta un alleggerimento di circa 2672 milioni di lire in confronto dello scorso anno.

A questo favorevole risultato ha concorso anche il buon risultato della campagna granaria che ha permesso di ridurre notevolmente le importazioni di cereali. Infatti mentre nell'ottobre 1930 si erano importati 2.215.531 quintali di grano, nell'ottobre 1930 l'im-

portazione fu limitata a 74.224 quintali con una diminuzione di 2.141.307 quintali. Complessivamente dal 1° luglio al 31 ottobre 1930 si erano importati 6.367,771 quintali mentre nello stesso periodo di quest'anno si è scesi a 1.136.725 quintali cioè oltre 5 milioni di quintali in meno.

Nei riguardi del movimento delle esportazioni è interessante seguire oltre l'andamento del valore che esse rappresentano, anche quello quantitativo. Ora le statistiche di cui si dispone e che vanno dal 1° gennaio al 31 agosto, dicono che in tale periodo le esportazioni italiane segnano, quantitativamente, un aumento sensibile rispetto allo scorso anno. Sebbene parecchie voci, specialmente riguardanti articoli di lusso, segnino delle diminuzioni anche in quantità, molte altre voci sono in aumento e compensano la partita.

Fra le voci di esportazioni in aumento si distinguono specialmente molti prodotti agricoli (formaggi, vini, frutta, ortaggi, ecc.) ma vi sono anche prodotti industriali come la canapa, i filati di cotone, la seta artificiale, i tessuti di lana, ecc. Tutto ciò sta a documentare la costanza e l'abilità dei nostri industriali i quali, pur attraverso le innumerevoli difficoltà del momento, riescono a trovare nuovi sbocchi ai nostri prodotti.

*

Una grande operazione finanziaria è stata compiuta durante il mese di novembre, la quale riveste una importanza notevole nei riguardi di tutta la economia nazionale e costituisce un nuovo passo verso la restaurazione di quei normali e corretti rapporti di funzioni economiche che la guerra aveva sovvertito e che i procellosi tempi del dopo guerra avevano ancora maggiormente turbato.

Una delle più evidenti e deprecabili di queste alterazioni di funzioni era senza dubbio quella che si era andata realizzando nell'ambiente bancario. Era ben noto e da molte parti lamentato come le Banche durante la guerra e più ancora nel dopo guerra fossero andate assumendo una funzione di diretto finanziamento e, conseguentemente, di controllo rispetto alle industrie. Si veniva così a creare una situazione onerosa e pericolosa per le Banche stesse che restavano troppo strettamente legate al mutevole andamento delle attività industriali, e d'altra parte si veniva a togliere alle industrie quella elasticità e libertà di movimenti che costituivano, per un buon capitano d'industria, le condizioni fondamentali per un buon governo e un'opportuna manovra delle proprie risorse tecniche e commerciali.

La odierna operazione finanziaria non è che l'ultimo atto di un travaglio economico che si è presentato immediatamente al cessare della frenetica e contingente attività che tutte le industrie erano state chiamate ad esplicare durante la guerra. Sotto la pressione delle necessità belliche l'industria aveva dovuto concentrare la sua attenzione esclusivamente sull'aumento di produzione, anche trasgredendo o passando sopra ad altri canoni fondamentali della buona amministrazione.

Il finanziamento delle industrie durante la guerra fu assicurato ad ogni costo e in ogni modo. L'intervento bancario fu mezzo essenziale per tale finanziamento nel periodo di febbrile ampliamento degli impianti venendo così a creare dei legami di interessi ben differenti da quelli che preesistevano alla guerra e che sono consoni alla normale funzione bancaria.

Al cessare della guerra una soluzione di questa anormale situazione si imponeva ed essa fu successivamente tentata per varie vie. Non sono certo da nessuno dimenticate le pazzesche e rovinose manovre di scalata alle Banche, tentate da parecchi grandi industriali di guerra. Le manovre non riuscirono grazie alla energica resistenza degli uomini proposti alla difesa del pubblico risparmio e alla direzione delle Banche. E fu ventura che la scalata non riuscisse poiche le sue conseguenze sarebbero stata certamente funeste per l'economia nazionale in quanto l'asservimento delle Banche a particolari gruppi industriali avrebbbe significato inevitabilmente che le massa di risparmi in esse depositati sarebbe stata rivolta in modo esclusivo al finanziamento di quelle particolari industrie inaridendo così le sorgenti economiche per molte altre essenziali attività del Paese.

Fallito il tentativo di sovrapporre l'industria alla Banca si andò, più o meno volontariamente, delineando una sovrapposizione delle Banche alla industria. La massa dei finanziamenti già compiuti implicava la necessità di sostenere e quindi di controllare le industrie finanziate provvedendo anche ai loro bisogni di nuovi finanziamenti. A poco a poco le industrie vennero a perdere gran parte della loro indipendenza e si trovarono ad essere passate quasi insensibilmente in mano agli enti bancari.

Episodi clamorosi di tale stato di cose non sono mancati e a più riprese si sono visti gruppi industriali e imprese anche importanti e fiorenti passare di colpo in bianco da una mano all'altra col semplice giuoco di bussolotti di pacchetti di titoli. Quanto ciò fosse nocivo alla tranquillità ed alla serenità delle industrie è inutile sottolineare.

Ma se questa nuova fisonomia dei rapporti fra industria e Banca era dannoso alle industrie non lo era meno anche per le Banche. Queste, si trovarono ad aver convertito in pacchi di titoli gran parte delle loro disponibilità liquide che avevano erogato a favore delle industrie. Fatto questo, nuovo, fatte le debite proporzioni, nella storia delle nostre Banche, e che veniva a mettere le Banche stesse in una situazione per ora imbarazzante, ma che avrebbe potuto a un certo punto diventare pericolosa.

Era necessario mettere un arresto a tale andamento di cose che era per sè inevitabilmente destinato a peggiorare; i necessari sacrifici avrebbero trovato il loro compenso nella restituita libertà di azione alle industrie sane e nella rinomata disponibilità di mezzi degli Istituti bancari. Quest'ultima è condizione essenziale per la preparazione di quella ripresa generale che è nei voti di tutti e che non potrà mancare di delinearsi in un prossimo avvenire.

L'iniziativa fu presa della Banca Commerciale la quale per la sua stessa natura si trovava più delle altre addentrata nella anormale situazione che abbiamo descritta. Dopo una conveniente preparazione condotta con un riserbo completo e lodevolissimo venne provveduto d'un colpo alla smobilizzazione del portafoglio voluminosissimo di titoli industriali posseduto dalla Banca.

Il provvedimento fu preso in pieno accordo col Governo nazionale il quale opportunamente intervenne a rendere possibile questa operazione che involgeva interessi trascendenti quelli della sola Banca Commerciale e che avevano portata vastissima sulla economia di tutta la Nazione.

Si addivenne così alla costituzione di un Istituto Mobiliare Italiano, nuovo ente finanziario con compiti ed indirizzi ben definiti e precisi, distinti nettamente da quelli di una Banca ordinaria. Il compito principale di tale ente è quello di concedere finanziamenti mediante assunzione di partecipazioni azionarie e mediante mutui non superiori a dieci anni contro garanzia di valori azionari.

L'Istituto Mobiliare è autorizzato ad emettere titoli al portatore rappresentativi della proprietà di speciali gruppi di valori azionari che saranno costituiti in gestione fiduciaria per conto e nell'interesse dei portatori dei titoli emessi dall'Istituto. Inoltre esso può emettere serie di obbligazioni fruttifere di un interesse annuo e di partecipazione ai dividendi di speciali gruppi di valori azionari. Finalmente l'Istituto è autorizzato ad emettere obbligazioni ad interesse annuo con o senza speciali garanzie.

E' fatta invece esplicita proibizione all'Istituto Mobiliare di accogliere depositi a risparmio o assumere debiti in conto corrente. Speciali disposizioni sono state stabilite per garantire la solidità del nuovo ente finanziario. Una fortissima percentuale degli utili netti dovrà ogni anno essere devoluta alla riserva.

Gli utili dovranno infatti essere così distribuiti: 20 % alla riserva, poi dopo avere versato agli enti che entrano a costituire il capitale dell'Istituto un interesse del 5 %, le rimanenze dovranno essere devolute per il 75 % alle riserve e per il 25 % agli enti costituenti il capitale. L'Istituto è posto sotto la diretta sorveglianza del Ministero delle Finanze di concerto con quello delle Corporazioni.

Il capitale del nuovo Istituto che, per legge doveva essere non inferiore a 500 milioni di lire, è stato costituito colla partecipazione di parecchi enti finanziari e industriali. La Cassa Depositi e Prestiti vi ha partecipato per metà del capitale totale, l'altra parte venne distribuita fra un rilevante numero di altri partecipanti in modo da distribuire l'onere immediato e il vantaggio futuro. E' stato poi stabilito per legge che ciascuno dei partecipanti a costituire il capitale dell'Istituto Mobiliare è responsabile soltanto fino all'ammontare della quota sottoscritta.

Le operazioni relative alla costituzione del nuovo ente sono state condotte con grande rapidità cosicchè l'Istituto ha potuto entrare in funzione già nei primi giorni del mese di dicembre. A presiederlo è stato chiamato il Sen. Meyer e la designazione ha riscosso le generali approvazioni. Gli ambienti finanziari hanno, senza eccezione, salutato con vivo compiacimento l'istituzione dell'Istituto Mobiliare dal quale trarrà giovamento il mercato dei capitali e sarà facilitata la più rapida circolazione dei mezzi di pagamento data la ricuperata agilità degli Istituti bancari.

L'operazione riguarda con speciale interesse le imprese elettriche come quelle che, impegnando nelle costruzioni masse ingentissime di capitale, erano state forse più delle altre industrie coinvolte nella anormale situazione economica di cui abbiamo fatto cenno. Il portafoglio dell'Istituto Mobiliare è costituito in buona parte da titoli di Società Elettriche. L'importanza economica che l'industria elettrica ha assunto attualmente nel nostro Paese può essere opportunamente documentata da alcune cifre.

Risulta infatti che al 1° novembre 1931, il capitale che era investito nelle imprese elettriche italiane di carattere privato ammontava a più di 12.247 milioni di lire, mentre era di 10.920 milioni di lire al 1° gennaio di questo stesso anno. Questo rapido incremento di capitale, che è stato di più di 1300 milioni in undici mesi, pur nel periodo di crisi attuale, documenta in modo evidente le grandi necessità di finanziamento di questa industria. E' interessante osservare come, di pari passo coll'aumento del capitale complessivo si vada svolgendo il processo di concentrazione delle aziende. Infatti dal 1° gennaio al 1° novembre di quest'anno il numero delle Società elettriche italiane è diminuito da 1215 a 1205. Vi sono fra esse 217 anonime con più di un milione di capitale e 39 Società non anonime che hanno pure più di un milione di capitale. Le altre sono piccole Società con meno di un milione.

*

Come era facile prevedere e come annunziavamo anche nelle precedenti Note, il bilancio dello Stato continua a risentire duramente i contraccolpi della crisi generale. Il disavanzo mensile non cessa di accumularsi ed ha già raggiunto una cifra cospicua. Tuttavia si può segnalare con compiacimento che questo avanzo mensile tende a ridursi progressivamente.

Infatti nel mese di ottobre la part effettiva del bilancio ha presentato accertamenti di entrate per 1564 milioni di lire mentre gli impegni di spesa salivano a 1799 milioni di lire. Ne è derivato quindi

un disavanzo di 235 milioni nel mese di ottobre, cifra tutt'altro che trascurabile ma pur tuttavia inferiore alla media del disavanzo dei mesi precedenti del corrente esercizio la quale risulta di 288 milioni.

Si delinea quindi un andamento analogo a quello che si è verificato nello scorso anno e che ha permesso di contenere il disavanzo finale di esercizio entro limiti molto inferiori a quelli che potevano presumersi in base alle risultanze dei primi mesi dell'esercizio. Complessivamente, il deficit, che era già arrivato a 864 milioni di lire alla fine di settembre, si eleva ulteriormente fino a 1099 milioni alla fine del mese di ottobre.

A sua volta la categoria del movimento capitali ha presentato nell'ottobre una eccedenza passiva di 68 milioni. Nell'insieme delle due categorie si arriva quindi dopo quattro mesi di esercizio finanziario ad un disavanzo totale di circa 1167 milioni di lire. Nello scorso anno, alla stessa data il disavanzo era arrivato a 729 milioni di lire; abbiamo dunque quest'anno un peggioramento di circa 438 milioni lire, peggioramento giustificato dall'acuirsi della crisi generale e già considerato nelle previsioni di bilancio.

Sempre in condizioni di soddisfacente disponibilità si presenta la Cassa. Al 31 ottobre si aveva infatti un fondo di cassa, disponibile e immediatamente spendibile, di 2574 milioni dei quali 2309 milioni presso la Banca d'Italia in conto corrente, e 265 milioni presso la Tesoreria, la Zecca o i corrispondenti del Tesoro all'estero.

Un aumento di 156 milioni di lire si riscontra nei debiti pubblici interni il cui ammontare complessivo è arrivato a 92.328 milioni di lire. L'aumento è dovuto al debito fluttuante in conseguenza di maggiori fondi affluito sui conti correnti col Tesoro.

In ulteriore diminuzione, per circa 40 milioni, è la circolazione bancaria che è scesa a 14.441 milioni di lire.

E' stata distribuita la Relazione della Giunta del Bilancio alla Camera per il bilancio consuntivo dell'esercizio ultimo 1930-31 che, come è noto, si è chiuso con un deficit di circa 800 milioni di lire. E' a questo proposito interessante di mettere a confronto questo risultato colle cifre presentate dai bilanci degli altri Paesi. Questo, non per trarne vano motivo di conforto, ma per ben inquadrare il fenomeno che ci riguarda, nel più complesso quadro della economia generale e trarne quindi motivo per più esattamente valutare la nostra situazione.

Il bilancio preventivo francese per l'esercizio finanziario 1930-31 era stato compilato sulla base di un avanzo attivo, piccolo perchè limitato a 67 milioni di franchi ma pur sempre attivo. La chiusura di bilancio ha invece presentato, secondo le notizie ufficiali, un disavanzo di due miliardi di franchi. Per il 1931-32 si prevede un deficit notevolmente superiore a questo.

L'Inghilterra che già aveva sofferto di un disavanzo di oltre 14 milioni e mezzo di sterline, pari a circa 1300 milioni di lire, nell'esercizio precedente del 1929-30, è arrivata nel 1930-31 a un disavanzo di oltre 25 milioni di sterline, pari cioè a circa 2200 milioni di lire (sulla base della sterlina a 90).

Le condizioni del bilancio tedesco sono notoriamente gravissime. L'esercizio 1930-31 ha presentato 1240 milioni di marchi di deficit corrispondenti a più di 5 miliardi e mezzo di lire. Nell'esercizio 1931-1932 si è già andato accumulando un disavanzo di 574 milioni di marchi, pari a 2600 milioni di lire circa.

Nel Belgio si è avuto un disavanzo di 1200 milioni di franchi nel 1930 e se ne prevede uno di circa 2 miliardi di franchi nel 1931.

Perfino negli Stati Uniti mentre il preventivo 1930-31 contemplava un avanzo attivo di 122.788.966 dollari, si è chiuso l'esercizio con un deficit di oltre 900 milioni di dollari pari a circa 17 miliardi di lire, mentre si nota un aumento di 600 milioni di dollari (pari a circa 9 miliardi di lire) nel debito pubblico.

Nemmeno il lontano Giappone si sottrae alla sorte comune. Mentre le previsioni del bilancio 1929-30 contemplavano il pareggio, nonostante forti riduzioni di spese e sospensioni di importanti programmi di opere pubbliche, il bilancio chiudeva con 170 milioni di yen (pari a 1500 milioni di lire) di deficit. Anche il bilancio 1930-31 si è chiuso con un deficit di 169 milioni di yen e le condizioni si presentano peggiori per l'esercizio in corso.

*

La crisi industriale presenta sempre le stesse caratteristiche, nè è dato ancora di intravedere l'inizio della soluzione.

La disoccupazione è in sensibile incremento, come era facile di prevedere. Dai 747.764 operai senza lavoro che si avevano alla fine del mese di settembre, siamo saliti a 799.744 alla fine del mese di ottobre; si è dunque verificato un aumento di circa 50.000 individui rimasti senza lavoro durante l'ottobre. Il fenomeno è assai più pronunciato che nello scorso anno perchè al 31 ottobre 1930 il numero dei disoccupati era di 446.496; l'aumento è stato di circa 350.000 pari a circa l'80 %.

E' inevitabile che tale cifra abbia ad aumentare ulteriormente in misura notevole coll'avanzarsi della stagione invernale. In tutti i Paesi del mondo il fenomeno prosegue collo stesso andamento e costituisce una delle manifestazioni più gravi e più dolorose di questo periodo di crisi generale.

I soliti indici della produzione delle diverse industrie continuano ad indicare una restrizione di attività nei confronti del corrispondente periodo dello scorso anno.

L'energia elettrica prodotta durante l'ottobre di quest'anno è stata di circa 865 milioni di kWh in confronto di 892 milioni nell'ottobre 1930. Queste cifre sono desunte dalle statistiche della « Unfiel » le quali riguardano circa il 93 % della produzione totale di energia elettrica in Italia. Si è dunque avuta una diminuzione di circa 27 milioni di kWh nel mese di ottobre, pari al 3,1 %; la diminuzione più forte si è verificata nell'Italia Settentrionale che passa da 664 a 641 milioni di kWh, mentre è stata assai limitata nell'Italia Centrale che è scesa da 112 a 109 milioni di kWh, e quasi insensibile nell'Italia Meridionale e Insulare dove la produzione è passata da 116 a 115 milioni. Complessivamente nei primi dieci mesi dell'anno in corso la produzione di energia elettrica è passata da 8569 milioni di kWh nel 1930 a 8309 milioni nel 1931, con una contrazione di 260 milioni di kWh pari al 3,03 %.

La produzione dell'acciaio durante l'ottobre di quest'anno, per quanto superiore a quella del mese di settembre, resta alquanto inferiore alla produzione dell'ottobre 1930; si sono infatti prodotti 130.286 tonnellate di acciaio nell'ottobre 1931, contro 122.440 tonnellate nel settembre 1931 e 155.897 tonnellate nell'ottobre 1930.

La produzione della ghisa nell'ottobre di quest'anno è stata di 41.153 tonnellate, inferiore quindi sia a quella del settembre 1931, che è stata di 43.121 tonnellate, sia a quella dell'ottobre 1931, arrivata a 48.594 tonnellate.

Nel settembre di quest'anno si sono prodotte 120.298 tonnellate di laminati di ferro, superando la produzione del precedente mese di settembre che era stata di 99.681 tonnellate ma restando notevolmente al di sotto di quella dell'ottobre 1931 che aveva raggiunto le 145.586 tonnellate.

Complessivamente nei primi dieci mesi dell'anno in corso si sono prodotte 425.812 tonnellate di ghisa e 1.229.982 tonnellate di acciaio mentre nel corrispondente periodo dell'anno scorso si erano toccate le 448.715 tonnellate di ghisa e 1.523.997 tonnellate di acciaio. Nei primi nove mesi del 1931 la produzione dei laminati di ferro è stata di 1.024.499 tonnellate mentre era stata di 1.263.259 tonnellate nei primi nove mesi del 1930.

Abbastanza sostenuta si mantiene invece la produzione di alcuni metalli secondari; così quello del piombo che è stata di 20.198 tonnellate nei primi dieci mesi del 1931 mentre era stata di 19.948 tonnellate nello stesso periodo del 1930; l'alluminio è salito da 6878 tonnellate nei primi dieci mesi del 1930 a 9118 tonnellate nei primi dieci mesi dell'anno in corso; nello stesso periodo la produzione del rame passava da 261 tonnellate nel 1930 a 721 tonnellate nel 1931; l'antimonio passava da 142 tonnellate a 221 tonnellate.

In diminuzione è la produzione del mercurio che da 1500 tonnellate nei primi dieci mesi del 1930 è scesa a 988 tonnellate nel 1931; quella dello zinco passata da 15.425 tonnellate a 13.378 tonnellate; e quella delle leghe speciali di ferro che da 39.271 tonnellate nei primi dieci mesi dello scorso anno, è scesa nel 1930 a 28.184 tonnellate.

Secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Corporazioni durante i primi nove mesi del 1931 si sono prodotti 23.720.916 quintali di cemento in confronto di 26.739.714 quintali nello stesso periodo del 1930. Sempre nei primi nove mesi la produzione dei superfostati è scesa da 10.900.766 quintali a 6.301.587 quintali, e quella della carta da 2.572.452 quintali nel 1930 è scesa a 2.428.020 quintali nel 1931.

Un aumento segna invece la produzione della seta artificiale passata da 22.650 tonnellate nei primi nove mesi dell'anno scorso, a 25.514 tonnellate nello stesso periodo di quest'anno; altrettanto si può dire della produzione del solfato di rame passata da 520.966 quintali nel 1930 a 608.122 quintali nel 1931.

I traffici sia ferroviari che portuali, rispecchiano naturalmente lo stato di contrazione dell'attività generale del Paese.

Nell'ottobre dell'anno scorso le merci trasportate dalle FF. SS. per conto di privati erano sitate di oltre 5 milioni di tonnellate; questa cifra è scesa a 4.082.373 tonnellate nell'ottobre del 1931, superando di poco quella del precedente mese di settembre che è stata di 4 milioni e 079.281 tonnellate. Complessivamente nei primi dieci mesi di quest'anno il tonnellaggio delle merci trasportate per conto di privati è stato di 37.650.784 tonnellate contro 45.956.295 tonnellate nello stesso periodo dello scorso anno; la diminuzione è stata di oltre 8 milioni di tonnellate, quasi pari quindi al 18 %. Se ne può dedurre la difficoltà di bilancio che ne deriva all'Azienda ferroviaria e che non potrà non ripercuotersi sul bilancio dello Stato.

Le merci caricate o scaricate nei porti hanno rappresentato durante l'ottobre ora decorso 2.719.254 tonn. in confronto a 2.740.689 tonnellate che si erano avute nel precedente mese di settembre, e a 3.276.788 tonnellate nell'ottobbre del 1931. Complessivamente nei primi dieci mesi di quest'anno il traffico delle merci nei porti è stato di 27.407.336 mentre era stato di 30.159.180 tonnellate nei primi dieci mesi del 1930. Si è avuta quindi una diminuzione di quasi tre milioni di tonnellate pari a poco meno del 10 %.

*

L'andamento delle Borse anche durante il mese di novembre non è stato affatto soddisfacente. Una leggera ventata di ottimismo manifestatasi nella seconda ottava e che aveva fatto nascere qualche speranza di un migliore orientamento si è rapidamente smorzata e il mercato è tornato a farsi pesante e svogliato. Il volume delle contrattazioni si è mantenuto assai limitato fuorchè in alcune poche sedute. Le quotazioni dopo una effimera ripresa hanno assunto nuovamente un andamento cedente che si estende a tutte le categorie di valori.

Una nota speciale e completamente diversa dall'intonazione generale è portata dai titoli dello Stato i quali si dimostrano in modo

sempre più evidente e deciso indipendenti ormai dal rimanente del mercato borsistico. Sia il Consolidato che la Rendita hanno resistito ad ogni tendenza pesante e segnano anzi sensibili progressi.

Relativamente in buona vista sono stati i Bancari, abbastanza ben sostenuti e discretamente trattati.

Pochi affari nei tessili che chiudono con qualche accenno di maggiore fermezza.

Pesanti i titoli meccanici e metallurgici e gli immobiliari. Trascurati i titoli di esportazione. Incerti i saccariferi.

Gli elettrici segnano nuove falcidie su quasi tutta la quota.

RENATO SAN NICOLO'.

*

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di novembre.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	500	458,—	457,—	441,—
Lombarda	500	271,—	285,50	277,—
Bresciana	200	162,—	161,50	159,—
Adamello	250	125,—	125,—	124,—
Unione Esercizi Elettrici	50	29,25	30,—	27,75
Elettricità Alta Italia	250	64,—	88,—	90,—
Officine Elettriche Genovesi	250	—,—	—,—	—,—
Adriatica	100	139,50	140,—	139,50
Compagnia Imprese Elettriche Liguri	175	148,—	152,—	150,—
Ligure Toscana	200	218,50	222,—	220,50
Generale Elettr. della Sicilia	100	52,—	51,75	49,50
Elettrica Brioschi	250	240,—	230,—	192,—
Emiliana Esercizi Elettrici	350	275,—	278,—	264,—
Forze Idrauliche Crespi	375	285,—	280,—	264,—
Elettrica Valdarno	100	117,50	120,—	119,—
Tirso	250	150 —	150 —	154,50
Terni	400	280,—	285,50	275,—
Meridionale di Elettricità	250	187,—	194,50	190,—
Idroelettrica Piemontese	125	68,50	76,—	70,50
Dinamo	200	144,—	145,—	144,25
Elettricità e Gas di Roma	500	762,—	747,—	747,—

Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di novembre.

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore:						
Cardiff primario	L.	147,—	a L.	150,—	alla	tonn.
Americano	»	—,—	» »	—,—		»
Slesia	»	130,—	» »	133,—		»
Sarre	»	140,—	» »	143,—		»
Antraciti:						
Inglese primaria (in pezzatura)	L.	235,—	a L.	273,—	alla	tonn.
Tedesca (in pezzatura)	»	275,—	» »	300,—		»
Coke:						
Coke da gas nazionale	L.	200,—	a L.	205,—	alla	tonn.
» metallurgico inglese	»	175,—	» »	178,—		»
» » nazionale	»	172,—	» »	175,—		»
Petrolio	»	199,30	» »	219,30	al	Q.le
Nafta:						
Per Diesel	L.	600,—	a L.	620,—	alla	tonn.
Per caldaie	»	260,—	» »	280,—		»
Benzina in fusti	»	251,—	» »	311,—	al	Q.le

METALLI

Ghisa:						
Eglinton N. 1	L.	530,—	a L.	550,—	alla	tonn.
Middlesbrò N. 3	»	390,—	» »	420,—		»
Ematite	»	430,—	» »	450,—		»
Lussemburgo-Lorena	»	385,—	» »	390,—		»
Ferro:						
Laminato omogeneo	L.	74,50	a L.	76,50	al	Q.le
Poutrelles	»	72,50	» »	—,—		»
Lamiere da 4 mm. in più	»	82,50	» »	—,—		»
Acciaio:						
Rapido per utensili	L.	400,—	a L.	7000,—	al	Q.le
Martin resist. 50-70	»	95,—	» »	140,—		»
Tubi bollitori	»	275,—	» »	330,—		»
Rame:						
Elettrolitico	L.	350,—	a L.	380,—	al	Q.le
In fogli comuni	»	540,—	» »	565,—		»
In barre tonde e quadre	»	565,—	» »	595,—		»
Stagno in pani	»	1190,—	» »	1290,—		»
Zinco in pani 1ª fusione	»	176,—	» »	185,—		»
Piombo in pani 1ª fusione	»	160,—	» »	175,—		»
Antimonio in pani	»	430,—	» »	450,—		»
Ottone in barre	»	380,—	» »	395,—		»
Alluminio in pani	»	850,—	» »	900,—		»

Prenotatevi per gli estratti dei Sunti e Sommari
Quota annua L. 15.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE - COMITATO RADIOTELEGRAFICO. *Dati e Memorie sulle radiocomunicazioni* - vol. III. - Roma, Istituto Poligrafico dello Stato, 1931. — Un volume di cm 15×22, di 713 pagine con 195 figure.

I progressi realizzati dalla radio, e le possibilità che s'intuiscono e s'intravedono in questo interessantissimo campo dell'attività scientifica e tecnica mondiale, rendono sempre più complesso il compito delle Amministrazioni e degli Enti privati interessati nelle radiocomunicazioni, cui è indispensabile poter disporre, in modo facilmente accessibile, del materiale bibliografico più aggiornato. A ciò risponde assai bene la pubblicazione «*Dati e Memorie sulle Radiocomunicazioni*» preparata, anche quest'anno, dal Comitato R. T. del Consiglio Nazionale delle Ricerche, con la collaborazione di una trentina fra membri ordinari ed aderenti del Consiglio medesimo. Il volume è diviso nelle seguenti sezioni, comprendenti in complesso 33 memorie, di cui una ventina relativa a ricerche originali fatte dai rispettivi relatori: I) Memorie relative alla propagazione delle onde, alla loro assegnazione ai vari servizi, ed ai disturbi alle radioaudizioni; II) Memorie relative alla tecnica degli apparati R. T.; III) Memorie relative alle misure R. T.; IV) Memorie relative ai circuiti elettrici impiegati nella tecnica delle trasmissioni; V) Parte legislativa; VI) Cenni sugli Istituti scientifici; VII) Terminologia radiotecnica; VIII) Bibliografia.

La prima sezione comprende due memorie d'indole generale ed altre tre riferentisi a ricerche originali. Le due memorie generali trattano: l'una delle teorie avanzate e sostenute intorno alla natura della luce, dalla teoria corpuscolare alla ondulatoria ed elettromagnetica, riportando le ragioni analitiche dimostranti l'identità delle onde luminose con le onde elettromagnetiche ed i valori più attendibili della velocità di queste ultime, che è necessario conoscere per passare dalla frequenza alla lunghezza d'onda; l'altra si riferisce all'argomento, ora di piena attualità, della precisione delle radiofrequenze, per quanto riguarda ondametri, tolleranza ammissibile nello scarto di frequenza dei trasmettitori, larghezza delle emissioni, armoniche e selettività dei ricevitori, nonchè della distribuzione delle stesse radiofrequenze, specialmente nelle gamme superiori ai 6000 kc/s. Le altre tre memorie concernono studi ed osservazioni sul tipo, la frequenza, l'origine e la direzione di propagazione dei radioatmosferici e trattano dei legami esistenti fra fenomeni meteorologici e propagazione delle radioonde.

La seconda sezione contiene quattro memorie di carattere generale, riguardanti lo sviluppo dei servizi radioelettrici della Marina Mercantile italiana, i circuiti interurbani usati nelle radiodiffusioni, l'introduzione di apparecchi telegrafici stampanti nei collegamenti r. t. e la trasmissione di immagini da aerei a terra e viceversa; una interessante relazione sull'attrezzamento ad onde corte del Centro Italo-Radio di Roma e quattro studi originali sui tubi a vuoto. La terza e quarta sezione comprendono cinque importanti memorie relative a metodi impiegati nella misura delle radiofrequenze (in cui si sono affermati così brillantemente l'Istituto P. T. di Roma e quello della R. Marina di Livorno), uno studio sui filtri d'onda e varie altre relazioni concernenti misure sui ricevitori e sui tubi termoionici, e taratura di strumenti r. t. e radiogoniometri. La sezione quinta è riservata alla parte legislativa della Radio, che va acquistando sempre maggiore importanza nel campo interno ed in quello internazionale, e la sesta contiene quattro relazioni sull'attività radioelettrica dell'Istituto Sperimentale P. T., dell'Istituto e dell'Officina del Genio militare e dell'Istituto E. C. di Livorno. Infine, la settima e l'ottava sezione comprendono rispettivamente un primo saggio di terminologia radiotecnica italiana ed una accurata bibliografia (112 pagine) di opere, memorie e studi vari sulla radio.

La terminologia radiotecnica consta di 280 definizioni, tradotte dal testo originale del Comitato di Standardizzazione americano e rivedute dai nostri tecnici. L'idea di esprimere e definire i numerosi termini della radioelettricità (di cui molti risentono ancora dell'origine straniera) con voci completamente italiane non può non essere bene accolta nel nostro mondo tecnico, ed è da augurarsi che si risponda con buona messe di proposte all'invito di rimettere al Comitato R. T. (Roma, Via del Seminario, 76) le eventuali aggiunte e modificazioni da apportarsi all'attuale elenco. Quanto alla bibliografia, sarebbe desiderabile che nel nuovo volume non venisse omessa anche la suddivisione per materie, onde facilitare la ricerca di opere e pubblicazioni su determinanti argomenti di questo ramo così complesso dell'elettrotecnica.

G. Mf.

*

G. CAETANI. — *Codice Caetani della Divina Commedia* (Roma - Libreria Fratelli Treves - Prezzo di prenotazione L. 1000).

Sebbene non rientri nello stretto campo di competenza del nostro giornale, segnaliamo volentieri questa pubblicazione sia perchè quanto tocca da vicino l'opera del sommo Poeta è sempre di interesse generale di tutti gli italiani, sia perchè essa conferma la mirabile versatilità del suo autore, S. E. Don Gelasio Caetani, buon amico della nostra Associazione, membro per tante ragioni autorevole della grande famiglia degli ingegneri italiani.

La pubblicazione riproduce il manoscritto del codice della Commedia di proprietà dell'archivio della famiglia Caetani. Il codice, che risale al XV secolo ed è ben noto ai cultori degli studi danteschi, viene edito per la prima volta integralmente « ad litteram », colle postille e i commenti di Marsilio Ficino.

La edizione, che viene eseguita in tipo di gran lusso, costituirà oltrechè un documento importante per gli studiosi, anche un pregiato ornamento di ogni biblioteca.

*

U. NANUSSI - A. STAINER. — *I convertitori a vapore di mercurio e l'elettrificazione della ferrovia di Val di Fiemme nel Trentino.* - Trento, Tip. Artigianelli, 1931 (ordinazioni alla Casella Postale 62 - Trento) - Un volumetto di cm. 17 × 24, 40 pagine e 12 figure - Prezzo L. 6.

L'opuscolo è diviso in cinque capitoli:

1° Com'è costruito e come funziona un convertitore a vapori di mercurio.

2° Gli accessori.

3° L'esercizio del convertitore a vapori di mercurio e le sue applicazioni.

4° Breve descrizione della sottostazione di conversione di S. Lugano.

5° Informazioni sui lavori di sistemazione ed elettrificazione della Ferrovia Ora-Predazzo in Val di Fiemme.

Ed una appendice sulla trasformazione dei deviatoi resasi necessaria nel passare dalla trazione a vapore a quella elettrica.

La trattazione è fatta in forma piana ed il volumetto può essere letto con profitto dai non specializzati che vogliono rendersi qualitativamente conto del lato fisico dei fenomeni e delle caratteristiche ed esigenze dei raddrizzatori a vapore di mercurio in quanto si riferisce al loro particolare impiego nella trazione.

*

O. MURANI. — *Trattato elementare di Fisica* - Vol. II: *Ottica ed Elettricità* VIII edizione. — Milano, U. Hoepli, 1931. - Un volume di cm. 17×24 di 1132 pagine con 861 figure. - Prezzo L. 54.

Il Trattato di Fisica del Prof. Murani è troppo noto nel campo degli studiosi e dei tecnici perchè occorra parlarne diffusamente; molte generazioni di ingegneri si sono formate su questo libro che riassume l'attività didattica dell'illustre professore del Politecnico di Milano da pochi anni ritiratosi dall'insegnamento.

La nuova edizione del II volume conserva i noti pregi di chiarezza e di semplicità di esposizione che caratterizzano l'opera, ma presenta, nei riguardi delle precedenti edizioni, parecchie aggiunte.

Sono in particolar modo interessanti i nuovi paragrafi dedicati agli spettri ad alta frequenza e alle esperienze e agli studi del Moseley sull'argomento. Le nuove vedute sulla costituzione della materia e sulla intima struttura dell'atomo sono esposte con qualche larghezza in un apposito capitolo completamente nuovo, che accenna anche alla teoria dei quanta e alle ipotesi di Einstein.

Il libro viene così portato, per quanto è possibile in un'opera di carattere elementare, al livello degli ultimi progressi della fisica sperimentale moderna.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

L. PONTECORVO. — *La linea de contacto de los ferrocarriles vascongados.* — Anales de la Associaçion de Ingenieros, 1929. — Un vol. 20,5×25,7, di 58 pag. con 79. figure.

Dr. Ing. LELLO PONTECORVO. — *Sistema autocompensato di linea di contatto a catenarie incrociato nella elettrificazione delle ferrovie basche.* — Estratto della Rivista tecnica delle Ferrovie Italiane, anno XX, vol. XXXIV, n. 2, 15 febbraio 1931. — Un volume di 21,5×30 cm, di 24 pag. con 31 figure.

Ing. PIETRO PENNACCHIETTO. — *I miei sei studi di microtelevisione.* Jesi - Stab. Tipografico Gregori, 1931. — Un vol. di 17,2×22,2 cm, di 5 pag.

Ing. DINO ADANTI. — *L'illuminazione elettrica.* — Unione Tipografica Editrice Torinese. — Un volume di 17,5×24,5 cm, rilegato, di 368 pagine con 212 figure. — Prezzo L. 40.

Ing. FRANCO FED. SALERNO. — *La tecnologia del cemento Portland.* — Ulrico Hoepli - Milano, 1931. — Un vol. di 16,9×24,2 cm, di 350 pagine con 143 figure, 3 tavole e 60 tabelle. — Prezzo L. 48.

GIUSEPPE PESSION. — *Misure radiotecniche.* — Prefazione di Giancarlo Vallauri. — U. Hoepli - Milano, 1931. — Un volume di 16,5×24 cm, di 688 pagine con 307 figure. — Prezzo L. 68.

Dr. NORMAN R. CAMPBELL and DOROTHY RITCHIE. — *Photoelectric-cells.* — Sir Isaac Pitman and Sons Ltd. — Un vol. di 14,2×22 cm, rilegato, di 217 pagine con 41 figure. — Prezzo 15 scellini.

Dr. Ing. RUDOLF RICHTER. — *Elektrische Maschinen.* — Berlino - Julius Springer, 1930. — Un volume di 16×25,7 cm, di 707 pag., con 519 figure. — Prezzo 39 marchi, rilegato.

Photoelectric cells and their applications. — A discussion at a joint meeting of the physical and optical societies - june 4 and 5, 1930. — John S. Anderson Edison - Physical and Optical Societies. — 1 Lowther Gardens Exibition Road South Kensington - London S. W. I. — Un vol. di 18×26 cm, di 236 pag., con parecchie figure. — Prezzo 12 scellini e 6 pence.

OSWALD BURGER. — *Berechnung von Drehstrom Kraftübertragungen.* Berlino - Julius Springer, 1931. — Un vol. 14,5×22 cm, di 183 pagine con 55 figure. — Prezzo, marchi 13,50.

Prof. Dott. W. BERMBACH. — *Gli accumulatori* - Traduzione del Dott. Ing. C. E. Galimberti. — Unione Tipografica Editrice Torinese. Un vol., rilegato, di 17,5×25 cm, di 194 pagine con 108 figure. Prezzo L. 28.

VINCENT C. POOR. PH. D. — *Electricity and Magnetism* — New York - John Wiley of Sons Inc. — Un volume rilegato di 14,5×23,5 cm di 183 pagine.

Ing. A. NANNI. — *Mamma geometria.* — G. Lavagnolo, Editore Torino 1931. — 1 volume 12.4 × 16.8 cm., di 384 pag. con 220 fig. — Prezzo L. 14.

MARIO GATTI. — *Magneto e spinterogeno.* — G. Lavagnolo, Editore, Torino 1931. — 1 volume 12.4 × 16.8 cm, di 197 pag. con 120 figure. — Prezzo L. 8.

BLASIUS. — *Waermelehre.* —Boysen & Maasch, Hamburg 1931. — 1 vol. 14.5×22.5 cm. di 231 pag. con 87 figure.

FELICE DEL FORNO. — *La riparazione degli apparecchi radio.* — G. Lavagnolo, Editore, Torino 1931. — 1 vol. 12.4 × 16.8 cm di 172 pagine con 71 fig. — Prezzo L. 8.

Annuario delle Acque d'Italia 1931-IX. — Associazione per le Acque Pubbliche d'Italia. — 1 vol. 12.5 × 18.5 cm. di 565 pag. con diverse figure.

ERNST A. GUILLEMIN Ph. D. *Communication Networks* - Vol. 1. — New York, John Wiley & Sons. Inc. — 1 vol. rilegato 14.5×23.5 di 425 pag. con 145 figure.

Ing. F. LAURENTI — *I generatori e le motrici a gas.* — U. Hoepli, Milano 1931. — 1 vol. rilegato 10.8 × 15.7 cm. di 550 pag. con 307 figure.

M. TH. VAUTIER. — *Recherches expérimentales sur la propagation d'ondes aériennes dans un long tuyau cylindrique.* — Masson & C. Editeur, 120 Boul. St. Germain, Paris VIe. — 1 volume 15.3 × 24 cm. di 626 pag. con 69 figure.

ORESTE MURANI. — *Trattato elementare di fisica* - Vol. II *Ottica e elettricità.* — U. Hoepli, Milano 1931. — 1 vol. 17 × 24 cm. di 1132 pag. con 861 figure. — Prezzo L. 54.

WILLIAM LE ROY EMMET. — *The autobiography of an Engineer.* — 1931, Fort Orange Press - Albany - New York. — 1 vol. rilegato 15 × 22 cm. di 213 pagine con alcune figure.

Under ground system reference book. — National Electric Light Ass. — 420 Lexington Avenue New York, N. Y. — 1 vol. rilegato 22.5 × 29 cm. di 377 pag. con 34 figure.

C. M. R. BALDI. — *Talking Pictures and acoustics.* — London - The Electrical Review 4 Ludgate Hill E. C. 4, 1931. — 1 volume rilegato di 126 pag. con 70 figure.

Dr. Ing. H. MULLER. — *Die Herstellug Papierisolierter Starkstromkabell.* — Julius Springer 1931, Berlin. — 1 volume 16,4×24 cm. di 132 pag. con 43 figure.

Dr. Ing. TH. BUCHHOLD und Dipl. Ing. F. TRAWNIK. — *Die Elektrischen Ausrustungen der Gleichstrombahnen.* — Verlag von Julius Springer, Berlin 1931. — 1 vol. rilegato 16 × 23.5 cm. di 312 pag. con 267 figure.

T. HODGSON. — *Applied mathematics for engineers.* — Chapman & Hall Ltd. 11 Henriette Street W. C. 2 London. — 1931 vol. III, rilegato 14.5 × 22.5 cm. di 320 pag. con 126 fig. — Prezzo 13 scell. 6 pence.

W. TRINKS. — *Industrieöfen.* — Volume II Berlino - V D I Verlag G. M. B. H. 1931, rilegato 15.5 × 21 cm. di 398 pag. con 292 figure.

ERNEST JUILLARD. — *Die Selbsstättige Regelung elektrischer Maschinen.* — Berlino - Julius Springer 1931. — 1 vol. 16.5×24.5 di 165 pag. con 71 fit.

M. BARRERE. — *Commutatrices et convertisseurs rotatifs.* — Encyclopedie d'électricité Industrielle. — 1 vol. 15.7 × 23.4 cm. di 492 pag. con 371 figure.

Sperlings Zeitschriften - u. Zeitungs Adressbuch 1931. — Verlag des Börsenvereins der Deutschen Buchhändler - Leipzig. — 1 volume 16.8×24 di 844 pagine.

D. C. PRINCE - F. R. VOGDES - O. GRAMISCH. — *Queksilberdampfgleichrichter.* — 1 volume rilegato 17×24 cm, di 190 pagine con 172 figure.

Mitteilungen aus den Forschungsanstalten. — Band 1 Heft 5 — 1 vol. 21 × 29.8 cm. di 21 pagine con 5 figure.

Dott. Ing. GAETANO ROSELLI LORENZINI. — *Considerazioni tecniche ed economiche su la più conveniente soluzione del problema delle ferrovie metropolitane di Roma.* — Roma, Soc. Tipografica A. Manuzio, Via A. Valeriani, 16, 1931-VI. — 1 vol. 19.8 × 25.7 di 75 pagine.

Dott. Ing. GAETANO ROSELLI LORENZINI. — *Trasporto di passeggeri nella città di Roma.* — Roma, Arti Grafiche Ugo Pinnarò, Via degli Scipioni 126. — 1 vol. 19.8 × 25.7 di 34 pag. con 1 pianta.

Les progres de l'alluminium. — Aluminium Ltd. Genève. — 1 volume 21 × 27.2 cm. di 35 pag.

M. FEDERICI. — *Su di un nuovo tipo di cavo elettrico disuniforme.* — Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei. — Roma, Dott. Giovanni Bardi, Editore 1931-IX. — 1 vol. 20 × 28.3 cm. di 5 pagine.

Ing. ETTORE CESARI. — *La distribuzione di energia come fatto economico.* — Milano, Soc. Editrice Riviste Industrie Elettriche, 1931. — 1 vol. 22 × 31 cm. di 8 pag. con 6 figure.

Ing. ALFREDO MAZZONI. — *La conduttura elettrica Morbegno-Voghera.* - Rivista tecnica Ferrovie italiane Anno XX, vol. XXXIX. — 1 vol. 21.5 × 31.5 di 46 pag. con 37 figure.

Simplicity. — *Reyrolle Plit - Pilot feeder protective system.* — Hebburn on Tyne-England. — 1 vol. 22.2×28.5 cm di 11 pagine con 6 figure.

G. BIANCHI. — *Some data concerning railway electrification in Italy.* — The Institution of Electrical Engineers. — Savoy Place Victoria Embankment - London W. C. 2. — 1 vol. 21.5×28 cm. di 55 pag. con alcune figure.

The National Physical Laboratory. — Report for the year 1930. — His Majesty Stationery Office London. —1 vol. 20.4 × 26.5 cm. di 295 pag. con 47 figure. — Prezzo 12./6.

MAGYARORSZAG. — *Usines génératrices et lignes de transmission d'energie électrique de la Hongrie.* — 1 vol. 20.4×29.7 cm.

LEONARD B. LOEB. — *Fundamentals of Electricity and magnetism.* — New York - John Willey & Sons Inc. — 1 vol. rilegato 15.5×23.3 cm. di 432 pag. con molte figure. — Prezzo 20./

H. COTTON M. B. E., D. Sc. A. M. I. E. E. — *Mining Electrical Engineering.* — London, 1931 - Chapman & Hall Ltd. — 11, Henrietta Street W. C. 2. — 1 vol., rilegato 14.2×22.4 cm di 202 pagine con 211 figure. — Prezzo 15./

Gr. Uff. Ing. EMILIO CUCCHINI. — *Le acque dolci che si versano nella laguna di Venezia.* — R. Magistrato alle Acque - Servizio Idrografico. — Libreria Provveditorato Generale dello Stato 1928-VI — 1 vol. 16.7 × 24.1 cm. di 208 pagine con 17 figure. — Prezzo L. 30.

Dott. GIORGIO NORSA. — *Studio chimico fisico delle valli lagunari.* — Il canale Nicesolo e la valle di Caorle. — R. Magistrato alle Acque - Servizio Idrografico. — Roma, Provveditorato Generale dello Stato 1928-VI. — 1 vol. 16.7 × 24.1 cm. di 56 pag. con alcune tavole. — Prezzo L. 15.

GIUSEPPE CRESTANI. — *Il clima dei colli Euganici e di Padova.* — R. Magistrato alle Acque - Servizio Idrografico. — Roma, Provveditorato Generale dello Stato, 1928-VI. — Un vol. 18.7 × 27.4 cm. di 42 pagine. — Prezzo L. 15.

S. ZENARI. — *Studio geo-idrografico del bacino di Cellina.* — R. Magistrato alle Acque - Servizio Idrografico. — Soc. Cooperativa Tipografica 1926. — 1 vol. 18.8 × 27.4 cm. di 138 pagine con 21 fig.

Bollettino mensile Maggio 1931. — Ufficio Idrografico R. Magistrato alle Acque, Venezia - Provveditorato Generale dello Stato 1931-IX. — 1 vol. 38.8 × 28 di 42 pagine.

J. R. PERSHALL. — *Home service and advertising.* — National Electric Light Association — N. Y. vol. 21 × 29 cm. di 3 pagine.

Ing. GIUSEPPE HECKELE. — *L'impianto di saldatura automatica della Azienda Tramviaria Municipale di Milano* - Soc. An. Italiana per l'Industria Elettrica Milano. — 1 vol. 21 × 29.5 di 11 pag. con 11 figure.

Linee da 40 a 80.000 volt eseguite con pali SCAC, 1931. — 1 volume 21.5 × 29.5 di 42 pagine con alcune figure.

The practice of Spectrum Analysis with Hilger instruments. — Fith Edition, 1931. — Adam Hilger Ltd. 24 Rochester Place, London N. W. 1. — 1 vol. 15.7×24.7 di 53 pag. con 6 fig. — Prezzo 3 sc. 6.

Prof. W. ARKADIEW. — *Magnetic spectroscopy* - U.S.S.R. N. 52. - Moscow 1924. — 1 vol. 17.5 × 26 di 79 pagine.

Strumenti topografici e geodetici Zeiss. — 1 vol. 15.2×21.3 di 22 pag. con 40 figure.

ANGELO DRIGO. — *Intorno a un metodo di misura di piccolissime variazioni di resistenza elettrica.* — Officine Grafiche Carlo Ferrari, Venezia 1931-IX. — 1 vol. 16 × 24.2 cm. di 22 pag. con 7 figure.

Standards yearbook 1931. — U. S. Department of Commerce. — 1 vol. rilegato 15 × 23.5 di 399 pagine.

ANGELO DRIGO. — *Intorno ad una anomalia del ciclo di magnetizzazione di un campione di Indilatans.* — Venezia, Officine Grafiche C. Ferrari, 1931-IX. — 1 vol. 16 × 24.3 di 8 pagine.

Classified Handbook of members and their manufacturers. — The Britisch Engineers Ass. 1931. — Victoria Street London S. W. 1. — vol. 13.8 × 21.8 di 264 pagine.

CLAYTON H. SHARP. — *Faraday Edison and the modern dynamo.* — Association of Edison Illuminating Co. — 1 vol. 15.2 × 23.5 di 10 pagine.

La protezione delle strutture metalliche costituisce un problema assillante per gli esercenti specialmente nelle cabine all'aperto. L'ultima parola sulla questione si trova nel volume dei Rendiconti del Congresso di Perugia.

Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO

Verbale della Riunione dei Soci del 6 novembre 1931. — La sera di venerdì 6 novembre 1931 alle ore 21,30 nel Salone Sociale il Dottor Ing. **Ettore Thovez** ha tenuto per i Soci del Sindacato Ingegneri e di questa Sezione dell'A.E.I. una comunicazione sul tema: **Moderni sistemi di riscaldamento degli edifici.**

L'oratore viene presentato dal Dott. Ing. G. Bernocco, Segretario Provinciale del Sindacato Ingegneri, che presiede la seduta.

L'Ing. Thovez premette che non si tratta di riscaldare gli edifici, ma piuttosto le persone che si trovano negli edifici. Le usuali norme di capitolato per la fornitura degli impianti di riscaldamento stabiliscono la temperatura che si deve raggiungere nel centro degli ambienti, ad una data altezza dal suolo.

Orbene un impianto può soddisfare esattamente a queste norme e pure non contentare il cliente; questo succede ad esempio quando per la disposizione non razionale degli elementi riscaldanti cadono sulle persone radiazioni dirette o correnti d'aria moleste, quando la temperatura è alta al livello delle teste e bassa al livello dei piedi e in altri casi analoghi.

Galileo Ferraris nel suo corso di Fisica Tecnica già insegnava come vanno disposti gli apparecchi di riscaldamento.

Premesse alcune nozioni fondamentali sui concetti fisici di temperatura e di calore e sui diversi modi di trasmissione del calore, l'oratore passa in rapida rivista i principali apparecchi e sistemi di riscaldamento, espone i pregi e i difetti di ciascuno e conclude dicendo che ognuno di essi, il più moderno come il più antico, può in determinate circostanze meritare la preferenza su tutti gli altri. Lo scaldino, il caminetto e la stufa hanno tuttora ragione di esistere accanto ai più perfetti sistemi moderni.

Negli impianti di riscaldamento centrale l'agente che trasporta e distribuisce il calore nei singoli ambienti può essere l'aria, l'acqua od il vapore a seconda del raggio d'azione che deve avere l'impianto: in tutti e tre i casi dobbiamo però ricorrere a canali o a tubi costosi, fastidiosi ed ingombranti, con grandi perdite di calore lungo il percorso.

L'elettricità è stata finora poco impiegata, almeno in Italia, a scopo di riscaldamento: eppure essa è il vettore ideale di ogni forma di energia perchè ha un raggio di azione quasi illimitato, i suoi conduttori non sono di costo eccessivo, non ingombrano, si possono facilmente nascondere, danno luogo a perdite limitate. L'apparecchio elettrico è sempre pronto, non richiede sciupio di tempo e di combustibile per l'accensione e lo spegnimento; inoltre può adattare la sua forma e il suo ingombro alle più svariate esigenze. Esistono tipi di placche radianti, che incominciano ora a trovare applicazione anche da noi, e che formano parte integrante della decorazione dei locali.

L'oratore presenta alcuni tipi nuovissimi di caloriferi elettrici e chiude applauditissimo la sua interessante conferenza.

Il Presidente Ing. Bernocco lo ringrazia ed invita i presenti ad esporre le eventuali loro osservazioni sull'argomento. Si accende una viva discussione sui prezzi dell'energia elettrica per riscaldamento e sui diversi sistemi di tariffe in corso.

La riunione viene chiusa alle ore 23,30.

* *

SEZIONE DI TRIESTE

La prolusione del Sen. Garbasso sul grande fisico Michele Faraday. — La sera del 4 novembre, alle ore 18, per invito della Sezione Triestina dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, presenti quasi tutte le Autorità politiche e militari e col concorso di numerosa folla di studiosi, l'On. Dott. Gr. Uff. **Antonio Garbasso,** Senatore del Regno, ha commemorato nella sala massima del Circolo Artistico di Trieste il centenario della scoperta dell'induzione magnetica, fatta da Michele Faraday nell'agosto del 1831.

La bella e vasta sala del Circolo Artistico era gremita di un folto ed eletto uditorio, tra cui si notavano numerose Autorità e personalità.

L'Ing. Bonazzi nel presentare il conferenziere dopo averne illustrato i non pochi meriti anche come volontario di guerra e fascista della prima ora, volle a nome di tutti i cittadini e in modo particolare dei soci e del Presidente Generale dell'A. E. I., Prof. Bordoni, esprimere come Trieste si sentisse onorata di ospitarlo in una così significativa manifestazione. Rivolgendosi poi ai soci l'Ing. Bonazzi rilevò come l'odierna cerimonia inaugurale dell'Anno accademico dovesse essere bene auspicante per l'attività sempre più fattiva che la Sezione di Trieste dell'A. E. I. intende svlogere nell'interesse del Paese.

Dopo aver ringraziato l'Ing. Bonazzi il Sen. Garbasso iniziò lo svolgimento del tema propostosi. Ci duole immensamente non poter riportare qui, per ragioni di spazio, la conferenza integrale, la quale però, ci piace constatare, non è stata ascoltata dal solo uditorio presente alla cerimonia, poichè essa è stata trasmessa per radio e quindi intesa da migliaia di persone a Trieste, in Italia e all'estero.

*

Il Conferenziere esordendo volle porgere un saluto a Trieste ricordando un episodio della grande guerra da lui vissuto, quando dalle feritoie di una casa di San Canziano d'Isonzo intravedeva qualche casa della nostra città e ciò chiamava « fare all'amore con Trieste ».

Fatta questa breve prolusione che gli ha rievocato per un istante tante belle memorie di guerra, il Prof. Garbasso passa a commemorare il centenario della scoperta delle correnti di induzione elettromagnetica dovuta a Michele Faraday.

Singolare figura di scopritore il Faraday — avverte sin dall'esordio il Sen. Garbasso — chè nella storia della scienza moderna, ed è una storia di tre secoli e mezzo, fu il solo che abbia trovato molti fatti importanti e riconosciute alcune leggi fondamentali senza avere avuto prima la minima formazione scolastica, e senza aver avuto mai la minima conoscenza delle matematiche anche elementari.

Nato il 22 settembre 1791 in un villaggio presso Londra, verso i dieci anni, costretto da dura necessità, chiuse il suo curricolo scolastico facendo in un primo tempo il fattorino d'un giornalaio e quindi il legatore di libri. Era però un curioso legatore, che spesso, prima di legare i libri li leggeva. E leggendo appunto comprese la sua vocazione.

Da lui stesso difatti, sappiamo — rileva il conferenziere — che le sue prime letture scientifiche furono un libretto del Zyon « Esperienze sull'elettricità » e le « Osservazioni sul modo di stabilire i principi della chimica » del Bayle, e alcuni articoli dell'Enciclopedia britannica.

In questo frattempo, una fortunata conoscenza del giovanissimo Faraday con un amministratore della Royal Istitution, fondazione questa alimentata allora in gran parte da privati, con lo scopo di mantenere dei laboratori di fisica e di chimica e di organizzare dei corsi di conferenze di carattere divulgativo, gli dà modo di assistere ad alcune lezioni di Sir Humphry Davy.

A questo punto, il Sen. Garbasso si diffonde a illustrare, con larga messe di particolari e di notizie biografiche, le molteplici vicende intercorse nelle relazioni tra il Faraday e l'illustre insegnante di chimica alla Royal Istitution, sir Davy, del quale assunto quale inserviente dapprima, divenne in progreso di tempo allievo devoto e assistente. Circostanza fortunata questa per lo sviluppo della fisica — commenta qui il Conferenziere — che non vi fosse allora l'obbligo di scegliere gli assistenti per concorso.

Dalla sua assunzione quale assistente la vita del Faraday si confonde con quella della Royal Istitution.

*

Delineata così la figura dello scopritore e rilevate le vicende della sua prima giovinezza, il Prof. Garbasso passa a dire della preparazione che il giovane assistente dovette affrontare nell'intraprendere la carriera scientifica.

Una grande abilità sperimentale appresa alla dura scuola del Davy e poche idee generali che sembrano ingenue a noi, dopo più di un secolo, ma che ebbero ad ogni modo un'influenza decisiva sulla sua opera furono il fondamento della sua attività felicissima.

Dopo aver annoverato ed illustrato ampiamente le prime esperienze a cui si dedicò il Faraday, il Conferenziere mette in rilievo le quattro esperienze fondamentali alle quali tutte le altre si possono ridurre: *a*) corrente indotta ottenuta con lo spostamento del circuito primario; *b*) corrente indotta ottenuta con la variazione dell'intensità del primario; *c*) corrente ottenuta con lo spostamento di un magnete; *d*) corrente ottenuta con la magnetizzazione o smagnetizzazione di un anello di ferro dolce inserito nell'elica indotta.

E' del 1824 l'esperienza del Faraday che dà modo di ottenere una corrente costante senza pile.

Nella prima serie delle ricerche sperimentali sull'elettricità, il Faraday introdusse una nozione che doveva avere in seguito una grande influenza sullo sviluppo ulteriore dell'elettrologia: la nozione delle linee di forza magnetica.

Passando in rapida rassegna, le altre scoperte che la fisica deve a Michele Faraday, il Conferenziere ricorda le quattro leggi dell'elettrolisi, la polarizzazione rotatoria magnetica e l'esistenza dei corpi diamagnetici.

Si sapeva che certe sostanze fanno rotare il piano di polarizzazione della luce, ma il Faraday trovò che la stessa proprietà è acquistata da altri corpi quando siano immersi in un campo magnetico. Riuscì inoltre a dimostrare che la capacità di un condensatore dipende a parità delle altre circostanze, dalla natura dell'isolante. Si deve a lui inoltre la prima definizione della costante dielettrica o del potere induttore specifico.

A questo punto, il Prof. Garbasso, annovera un'altra mirabile serie di ricerche dalle quali uscì come primo risultato la conoscenza dei corpi diamagnetici. Ma il Faraday fece qualche cosa di più, riuscendo a dimostrare che uno stesso corpo può essere attratto o respinto dal magnete a seconda del mezzo nel quale è immerso.

« Che un uomo solo — conclude il Sen. Garbasso — abbia potutto vedere tante cose e con tanta precisione ha del meraviglioso. La larga messe si spiega in parte, ma solo in parte, con la serenità della vita. Da assistente era diventato presto professore e direttore di laboratorio alla Royal Istitution, e si può dire che per 52 anni dal suo laboratorio non uscisse mai. Un matrimonio d'amore gli aveva assicurato la felicità domestica e non volle altre soddisfazioni; rifiutò il titolo di baronetto e rifiutò anche la carica di Presidente della Royal Society. Quando sentì di non poter più essere utile alla Istituzione, alla quale aveva consacrato la vita, chiese di essere dispensato dal servizio, e fu il 1° marzo del 1865. Dopo due anni o poco più si spegneva dolcemente, il 25 agosto 1867. Da allora molte cose sono mutate nella scienza. La meccanica stessa di Newton ha subìto una revisione: la massa è divenuta una funzione della velocità, lo spazio assoluto e il tempo assoluto hanno seguito la sorte dei vortici di Cartesio. Molti teoremi dell'elettrodinamica hanno perduto la generalità che pareva indiscutibile. Ma l'opera di Michele Faraday resta, come l'opera di Galileo; perchè l'uno e l'altro ebbero una maestra sola: la natura. Non dimentichiamo mai che la fisica teorica è il pensiero dell'uomo; le leggi sperimentali sono il pensiero di Dio ».

La fine dell'interessantissima conferenza che l'uditorio ha sempre attentamente seguito, fu salutata da uno scroscio di applausi che disse palesemente al chiarissimo scienziato quanto fosse l'immirazione per le sue parole. Le Autorità si complimentarono vivamente con lui.

*

I soci della Sezione triestina vollero dopo la manifestazione offrire in onore dell'insigne scienziato italiano una cena al Ristorante Continentale. La cena si svolse in un'atmosfera di perfetta cordialità. Allo spumante l'Ing. Bonazzi si alzò per leggere il telegramma inviato dal Presidente Generale dell'A. E. I., Prof. Bordoni, nel quale egli si dichiarava presente in ispirito alla simpatica cerimonia svoltasi. Dopo aver letto la risposta inviata al Prof. Bordoni che viene accolta da applausi dai presenti, l'Ing. Bonazzi rinnovò all'insigne Prof. Garbasso vivissimi ringraziamenti per avere aderito all'invito d'inaugurare l'anno accademico e per l'onore fatto alla Sezione ed alla città, offrendo quindi, all'illustre ospite, a nome della Sezione, un'artistica riproduzione dello storico campanone di San Giusto. Il Sen. Garbasso con parole di vivo ringraziamento per la cordiale ospitalità ricevuta innalzò un brindisi alla fortuna della bella Trieste.

*

Il Consiglio Direttivo al completo, riunito in seduta ordinaria la sera del 10 novembre in Sede Sociale, presa conoscenza del verbale della Riunione dei Presidenti per il lavoro delle Sezioni, tenuta a Perugia il giorno 10 ottobre a. c., mentre si propone di applicare nel miglior modo le direttive emergenti da tale verbale per la sempre maggiore valorizzazione della Sezione nelle sue multiformi attività e per un progressivo ritmo ascensionale nel numero dei propri soci:

a) approva e ritiene debba darsi carattere di urgenza su qualsiasi altra innovazione, l'idea di costituire *nel giornale stesso* una rubrica di volgarizzazione dove, in forma accessibile anche a persone di mediocre cultura, vengano trattati i problemi tecnici e scientifici più importanti.

b) Aggiunge a questo riguardo, essere sua intima persuasione che l'attuazione di tale innovazione sarà fattore primo al raggiungimento di quei risultati d'ordine culturale e propagandistico prospettati nella recente Riunione di Perugia.

c) Delibera, con lieve sacrificio della Sezione, mercè agevolazioni avute dal locale Sindacato Fascista Ingegneri, di distribuire gratuitamente a tutti i soci la ricca pubblicazione mensile, il « Bollettino dei Sindacati Fascisti Ingegneri delle Tre Venezie ».

d) Accorda ai propri soci la facoltà di effettuare il pagamento del canone sociale in tre rate bimestrali entro il primo semestre.

e) Riconosce i vantaggi molteplici ottenuti con le « riunioni-cena » mensili, iniziativa della nostra Sezione, ed esprime voto perchè vengano effettuate regolarmente anche in avvenire.

f) Approva le bozze di stampa del nuovo regolamento, in conformità alle direttive avute dalla Sede Centrale, e rimanda alla prossima Assemblea Generale dei Soci l'approvazione definitiva prima di licenziare il regolamento della stampa.

g) Prende nota del suggerimento della Presidenza Generale per un maggior sviluppo della cronaca delle Sezioni sul giornale, e si ripromette di ottemperare con la maggiore diligenza a tale invito. Esprime l'opinione che la pubblicazione di tali notizie debba avvenire con particolare sollecitudine, onde mantenere alle stesse carattere di attualità.

h) Esprime il più vivo compiacimento per la brillante riuscita delle manifestazioni tecnico-turistiche effettuate nel corrente anno (Centrale Opicina - R. N. Fiume - Stazione Radio Trieste - Motonave Victoria - Centrale del Cardano - Doomiti - Alto Adige) e si propone di attuare nell'anno prossimo un programma di interesse non inferiore a quello svolto nell'anno in corso.

ATTIVITÀ DELLE SEZIONI

SEZIONE DI NAPOLI (Via Chiaia, 216).

11 Dicembre - ore 21,15. — CAPASSO Ing. Mario: « Esperienze di esercizio dei contatori a moneta ».

18 Dicembre - ore 21,15. — DEL BUONO Ing. Comm. Ulisse: « L'impianto del 3° Salto del Pescara ».

Prof. ANGELO BARBAGELATA, *Direttore responsabile.* (I.G.I.S.) - Industrie Grafiche Italiane STUCCHI - (Soc. An.) - Milano.